



**RECHERCHES ET ETUDES PHYTOSANITAIRES
CONDUITES AU MALI**

RAPPORT DE LA CAMPAGNE 2005

RENOU Alain (CIRAD)

**Partenaires : TOGOLA Mamoutou (IER)
TERETA Idrissa (IER)
BAGAYOKO Boubou (IER)**



SOMMAIRE

ÉVALUATION DE L'INTÉRÊT DE CÉRÉALES INTERCALAIRES EN CULTURE COTONNIÈRE AU MALI.....	5
1 Justification	5
2 Objectifs	5
3 Matériel et méthodes.....	5
3.1 modalités étudiées et dispositif statistique.....	5
3.2 parcelle élémentaire	5
3.3 conditions de culture.....	5
3.4 observations sur cotonniers.....	5
4 Résultats	6
5 Conclusions et perspectives	27
CONFIRMATION EN MILIEU REEL DE L'INTÉRÊT D'UN ECIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI.....	30
1 Justification	30
2 Objectifs	30
3 Matériel et méthodes.....	30
3.1 modalités étudiées.....	30
3.2 dispositif expérimental	30
3.3 observations	31
3.4 opérations culturales au sein des parcelles.....	31
4 Résultats	31
5 Conclusions et discussion.....	41
INFLUENCE DE LA DATE DE RÉALISATION DE L'ÉCIMAGE DES COTONNIERS SUR LES EFFETS QU'IL PRODUIT AU MALI.....	51
1 Justification	51
2 Objectifs	51
3 Matériel et méthodes.....	51
3.1 modalités étudiées.....	51
3.2 dispositif statistique	51
3.3 conditions de culture.....	51
3.4 observations	51
4 Résultats	51
5 Conclusions et discussion.....	55
INFLUENCE DE LA DENSITÉ DE PLANTATION SUR LES EFFETS D'UN ÉCIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI	57
1 Justification	57
2 Objectifs	57
3 Matériel et méthodes.....	57
3.1 modalités étudiées.....	57
3.2 dispositif statistique	57
3.3 conditions de culture.....	57
3.4 observations	58
4 Résultats	58
5 Conclusions et discussion.....	77
INFLUENCE DU NIVEAU DE FERTILISATION DE LA CULTURE SUR LES EFFETS D'UN ÉCIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI.....	79

1 Justification	79
2 Objectifs	79
3 Matériel et méthodes.....	79
3.1 modalités étudiées.....	79
3.2 dispositif statistique	79
3.3 conditions de culture.....	79
3.4 observations	80
4 Résultats	80
5 Conclusions et discussion.....	95
INFLUENCE DU TAUX DE RÉTENTION DES ORGANES FRUCTIFÈRES AU MOMENT DE L'ÉCIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS SUR LES EFFETS DE CETTE PRATIQUE AU MALI	97
1 Justification	97
2 Objectifs	97
3 Matériel et méthodes.....	97
3.1 modalités étudiées.....	97
3.2 dispositif statistique	97
3.3 conditions de culture	98
3.4 observations	98
4 Résultats	98
5 Conclusions et discussion.....	103
ÉTUDE DE LA FAISABILITE EN MILIEU REEL AU MALI D'UN ECIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE.....	105
1 Justification	105
2 Objectifs	105
3 Matériel et méthodes.....	105
3.1 modalités étudiées.....	105
3.2 dispositif expérimental et implantation.....	105
3.3 observations	105
3.4 réalisations	106
3.5 opérations culturales	106
4 Résultats	106
ÉVALUATION DE L'INTÉRÊT DE PLANTES PIÈGES POUR LUTTER CONTRE HELICOVERPA ARMIGERA (HÜBNER) EN CULTURE COTONNIÈRE AU MALI	115
1 Justification	115
2 Objectifs	115
3 Matériel et méthodes	115
3.1 Dispositif statistique et modalités étudiées	115
3.2 conditions de culture.....	116
3.3 observations sur les cotonniers	116
4 Résultats	116
5 Conclusions et discussion.....	153
MODULATION EN COURS DE CAMPAGNE DU SEUIL D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES POUR LA DENSITÉ DE PLANTATION VULGARISÉE AU MALI	156
1 Justification	156
2 Objectifs	156
3 Matériel et méthodes.....	156
3.1 modalités étudiées.....	156

3.2 <i>dispositif statistique</i>	156
3.3 <i>conditions de culture</i>	156
3.4 <i>observations</i>	157
4 Résultats	157
5 Conclusions et discussion.....	163
ADAPTATION DES SEUILS D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES	
CARPOPHAGES AUX FORTES DENSITÉS DE PLANTATION AU MALI.....	165
1 Justification	165
2 Objectifs	165
3 Matériel et méthodes.....	165
3.1 <i>modalités</i>	165
3.2 <i>dispositif statistique</i>	165
3.3 <i>conditions de culture</i>	166
3.4 <i>observations</i>	166
4 Résultats	166
5 Conclusions et discussion.....	173

ÉVALUATION DE L'INTÉRÊT DE CÉRÉALES INTERCALAIRES EN CULTURE COTONNIÈRE AU MALI

1 Justification

Certaines plantes cultivées sont connues pour soit être des hôtes de ravageurs du cotonnier, soit pour favoriser le développement d'une faune auxiliaire contrôlant ces ravageurs ou soit enfin pour constituer des barrières physiques à la colonisation d'une parcelle cotonnière par certains de ses ravageurs. Dans le cas du Mali les deux principales céréales cultivées en zone cotonnière (le sorgho et le maïs) pourraient assurer une partie ces rôles. Mais il conviendrait de le vérifier et d'évaluer leurs autres effets avant de les proposer en culture intercalaire.

2 Objectifs

Le principal objectif de l'étude a été de préciser le rôle phytosanitaire pouvant être joué par le maïs ou le sorgho en culture intercalaire dans une culture cotonnière au Mali.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées et dispositif statistique

Un seul facteur a été étudié dans un dispositif en blocs de Fisher à 4 répétitions. Ce facteur portait sur la présence ou non d'une culture intercalaire au sein d'une parcelle de cotonniers. Il comprenait 3 niveaux : la culture cotonnière sans culture intercalaire, la culture intercalée du sorgho au sein d'une parcelle cotonnière et la culture intercalée du maïs au sein d'une parcelle cotonnière.

3.2 parcelle élémentaire

Chaque parcelle comprenait 26 lignes de 15 mètres. Pour les parcelles sans culture intercalaire, les 26 lignes étaient semées en cotonniers. Pour les parcelles avec une culture intercalaire, quatre rangs de céréales s'intercalaient tous les 6 rangs de cotonniers.

3.3 conditions de culture

Toutes les pratiques culturales concernant la culture cotonnière ont été celles recommandées au Développement : en particulier le choix variétal (STAM 59 A), la densité de plantation (0.8 m x 0.3 m et démariage à 2 plants par poquet) et la fertilisation minérale (200 kg/ha d'engrais complexe 14 – 18 – 18 – 6 - 1 et 50 kg/ha d'urée). L'étude qui fut semée le 25 juin sur la sous-station de Farako n'a reçu aucune protection phytosanitaire et les autres opérations culturales sont mentionnées en annexe 1. Les cultures associées ont reçu les pratiques qui leur sont habituellement recommandées, les variétés utilisées étant Sotuba K (cycle de 90 jours) pour le maïs et CSM (cycle de 120 jours) pour le sorgho.

3.4 observations sur cotonniers

Toutes les observations ont été réalisées dans la partie centrale de chaque parcelle élémentaire.

Sur cotonnier elles ont porté sur : les infestations de chenilles carpophages, le suivi des abscissions leur étant attribuables, la dynamique des infestations d'insectes piqueurs

suceurs, le suivi des populations d'auxiliaires, l'évolution de la fructification (volume de floraison, niveau de floraison, NAWF, charge capsulaire), l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

Sur les cultures intercalaires elles ont concerné : la dynamique des chenilles carpophages et des insectes piqueurs suceurs, le développement des plants, l'estimation des rendements et le contrôle de la densité de plantation.

4 Résultats

Développement des cotonniers

Le développement des cotonniers n'a été observé qu'à travers des observations sur les évolutions des charges en organes fructifères de plants, du volume de floraison, du niveau de floraison et du critère NAWF qui est le nombre de nœuds fructifères de la tige principale au dessus du nœud fructifère portant une fleur épanouie en première position.

L'évolution du nombre de boutons floraux portés par les cotonniers semble révéler une influence négative de la présence d'une céréale intercalaire et de manière très prononcée s'il s'agit de sorgho (Figure 1). On retrouve cette influence en examinant ces évolutions en fonction de l'éloignement des lignes de cotonniers par rapport à une céréale intercalaire (Figure 2 pour le maïs et Figure 3 pour le sorgho) dans les parcelles concernées.

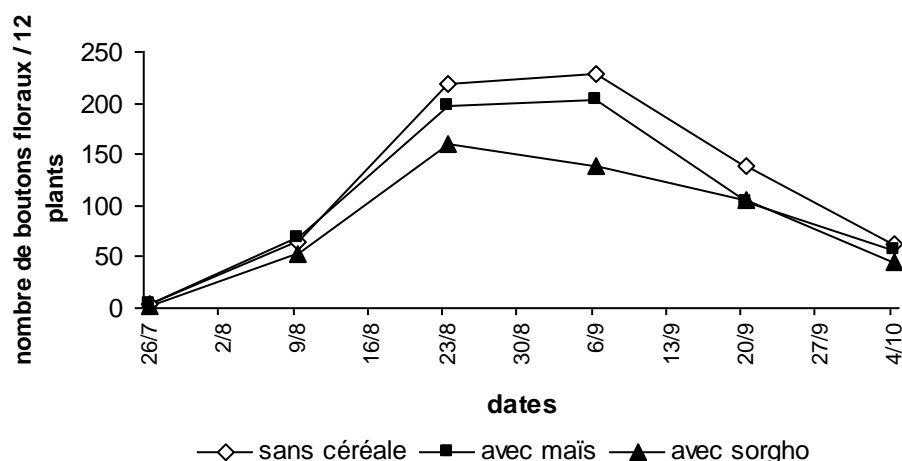


Figure 1 : évolution du nombre de boutons floraux portés par 12 cotonniers en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

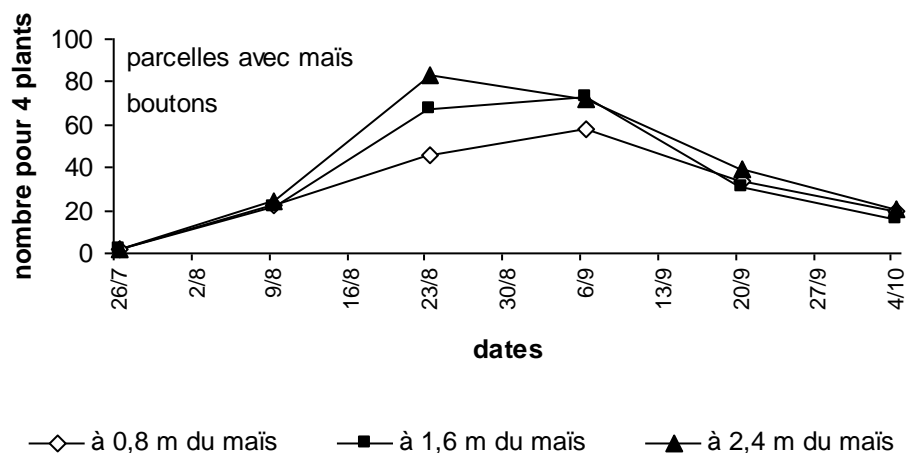


Figure 2 : évolution du nombre de boutons floraux portés par 4 cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire en fonction de l'éloignement des cotonniers de la céréale (cas du maïs)

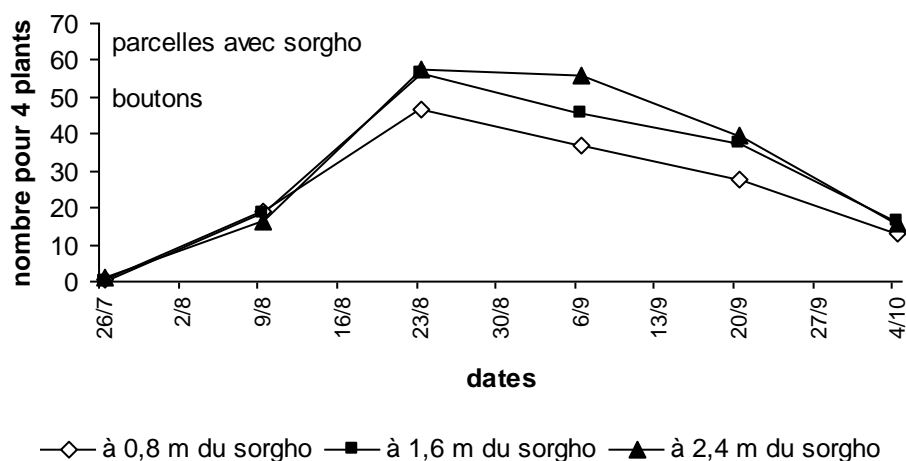


Figure 3 : évolution du nombre de boutons floraux portés par 4 cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire en fonction de l'éloignement des cotonniers de la céréale (cas du sorgho)

Toutefois ces influences n'apparaissent jamais significatives à 5 % (tableau 1 pour l'influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire et tableaux 2 et 3 pour celle de la proximité de la céréale, respectivement pour le maïs et le sorgho), même si elles le sont à 10 % à certaines dates (en caractère gras).

Tableau 1 : évolution du nombre de boutons floraux portés par 12 cotonniers en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

type de culture	nombre de boutons floraux sur 12 cotonniers à différentes dates					
	26/7	9/8	23/8	6/9	20/9	4/10
sans céréale	3,8	64,0	218,8	227,8	137,8	63,0
avec maïs	4,5	67,8	196,5	202,3	104,3	56,0
avec sorgho	1,8	53,5	160,3	138,5	104,5	45,5
F modalités	1,43	2,97	1,04	3,93	1,83	1,42
signification en %	31,0	12,6	41,2	8,1	23,9	31,3

Tableau 2 : évolution du nombre de boutons floraux portés par 4 cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire en fonction de l'éloignement des cotonniers de la céréale (cas du maïs)

éloignement du maïs	nombre de boutons floraux sur 4 cotonniers à différentes dates					
	26/7	9/8	23/8	6/9	20/9	4/10
à 0,8 m	1,5	22,3	46,3	57,8	34,0	19,3
à 1,6 m	1,5	21,5	67,5	72,8	31,0	16,0
à 2,4 m	1,5	24,0	82,8	71,8	39,3	20,8
F modalités	0,00	1,05	3,54	0,62	4,16	3,11
signification en %	99,0	40,7	9,6	57,3	7,3	11,8

Tableau 3 : évolution du nombre de boutons floraux portés par 4 cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire en fonction de l'éloignement des cotonniers de la céréale (cas du sorgho)

éloignement du sorgho	nombre de boutons floraux sur 4 cotonniers à différentes dates					
	26/7	9/8	23/8	6/9	20/9	4/10
à 0,8 m	0,5	19,0	46,5	37,0	27,5	13,3
à 1,6 m	0,3	18,3	56,5	45,8	37,5	16,5
à 2,4 m	1,0	16,3	57,3	55,8	39,5	15,8
F modalités	1,24	0,86	1,86	4,42	2,60	0,44
signification en %	35,6	47,2	23,4	6,6	15,3	66,6

Les influences négatives de la présence d'une céréale intercalaire et de la proximité des cotonniers de cette céréale sur le nombre de capsules portées par les cotonniers apparaissent également mais surtout en fin de campagne (Figures 4 à 6).

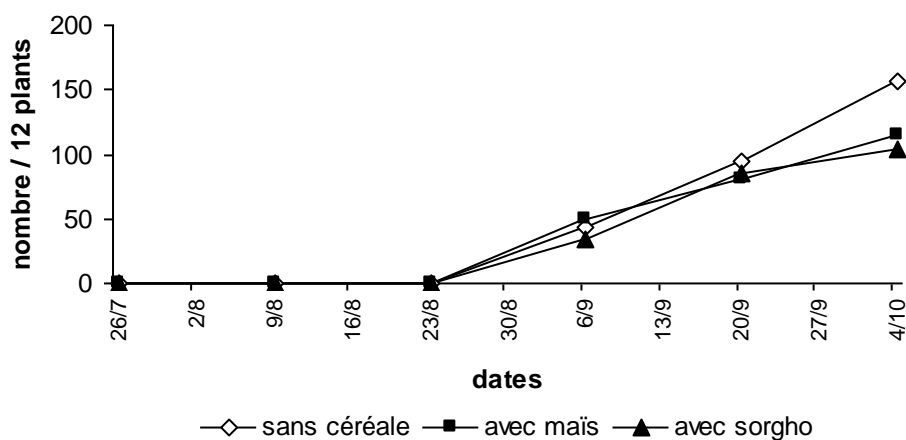


Figure 4 : évolution du nombre de capsules portées par 12 cotonniers en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

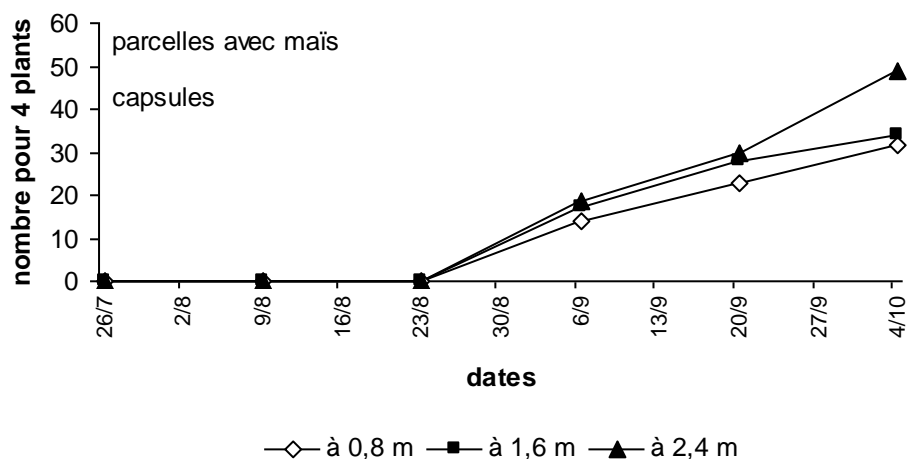


Figure 5 : évolution du nombre de capsules portées par 4 cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire en fonction de l'éloignement des cotonniers de la céréale (cas du maïs)

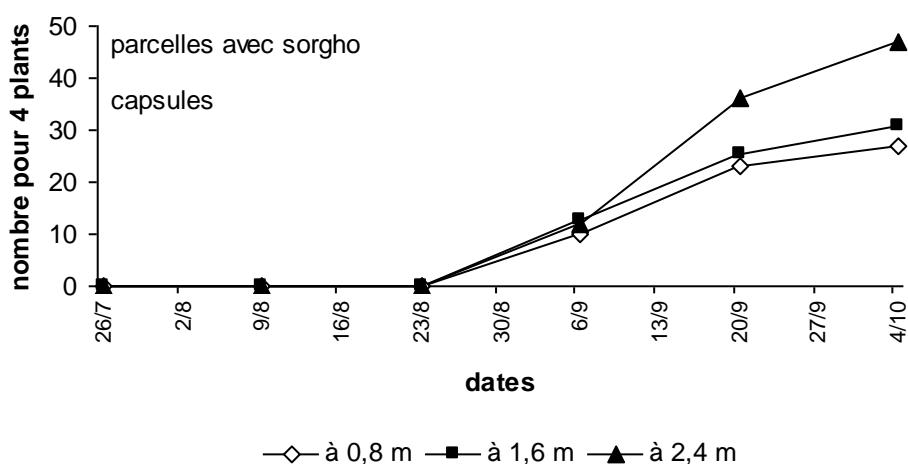


Figure 6 : évolution du nombre de capsules portées par 4 cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire en fonction de l'éloignement des cotonniers de la céréale (cas du sorgho)

Mais, comme pour les charges des cotonniers en boutons floraux, aucune influence n'est significative à 5 % même si au 6 septembre la signification est très proche de ce seuil : elle révèle le mauvais comportement du sorgho en culture intercalaire (Tableau 4). Il en est de même pour l'influence négative de la proximité d'une céréale, à l'exception de la dernière date d'observation pour les parcelles avec du sorgho (Tableau 5).

Tableau 4 : évolution du nombre de capsules portées par 12 cotonniers en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

type de culture	nombre de capsules sur 12 cotonniers à différentes dates		
	6/9	20/9	4/10
sans céréale	43,8	94,0	156,0
avec maïs	49,5	80,5	114,8
avec sorgho	34,8	84,5	104,5
F modalités	4,98	0,48	2,69
signification en %	5,3	64,6	14,6

Tableau 5 : évolution du nombre de capsules portées par 4 cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire en fonction de l'éloignement des cotonniers de la céréale

éloignement de la céréale	nombre de capsules sur 4 cotonniers à différentes dates					
	maïs			sorgho		
	6/9	20/9	4/10	6/9	20/9	4/10
à 0,8 m	13,8	23,0	31,8	10,0	23,0	27,0 a
à 1,6 m	17,0	27,8	34,0	12,8	25,3	30,8 a
à 2,4 m	18,8	29,8	49,0	12,0	36,3	46,8 a
F modalités	0,80	0,62	4,46	0,91	1,24	5,19
signification en %	49,5	57,2	6,5	45,3	35,5	4,9

Dans l'évolution du volume hebdomadaire de floraison par plant de cotonnier une influence négative de la présence de sorgho en culture intercalaire semble se dessiner sur la première moitié de campagne (Figure 7). Toutefois elle n'est jamais apparue significative à 5 % (Tableau 6).

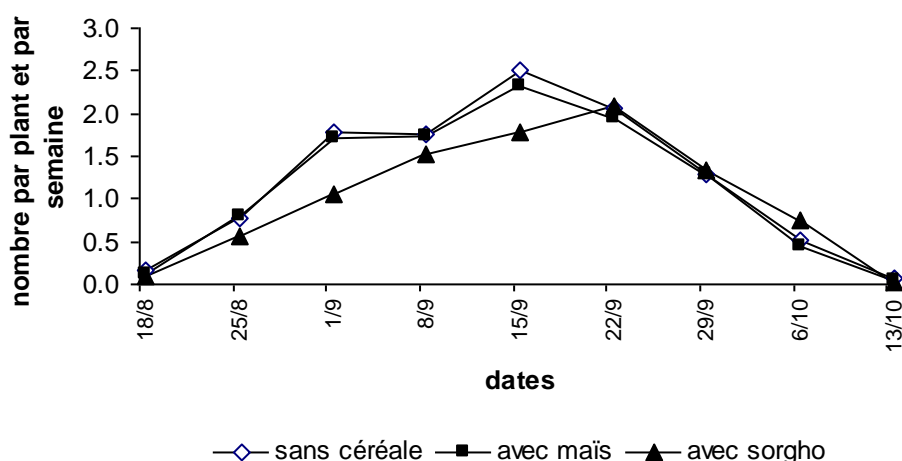


Figure 7 : évolution du volume de floraison hebdomadaire d'un cotonnier en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

Tableau 7 : évolution du volume de floraison hebdomadaire d'un cotonnier en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

type de culture	nombre de fleurs épanouies par plant et par semaine débutant le :									
	18/8	25/8	1/9	8/9	15/9	22/9	29/9	6/10	13/10	cumul
sans céréale	0,2	0,8	1,8	1,8	2,5	2,1	1,3	0,5	0,1	10,9
avec maïs	0,1	0,8	1,7	1,7	2,3	1,9	1,3	0,4	0,0	10,4
avec sorgho	0,1	0,6	1,1	1,5	1,8	2,1	1,3	0,8	0,0	9,2
F modalités	0,29	0,46	1,27	0,27	2,59	0,09	0,02	1,40	0,75	0,50
signification en %	75,9	65,7	34,8	77,2	15,4	91,2	98,4	31,8	51,7	63,4

Probablement déterminées par d'autres facteurs, on ne note aucune influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur les évolutions du niveau de floraison et du critère NAWF (Tableau 8 et Figures 8 et 9).

Tableau 8 : évolution du niveau de floraison et du NAWF en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

type de culture	niveau de floraison à différentes dates				NAWF à différentes dates			
	26/8	9/9	23/9	7/10	26/8	9/9	23/9	7/10
sans céréale	6,9	10,2	15,2	17,6	8,9	7,1	5,4	4,5
avec maïs	6,9	10,4	14,2	17,7	8,3	7,1	5,1	4,3
avec sorgho	7,0	9,7	13,9	15,8	8,2	6,9	5,1	5,1
F modalités	0,25	2,51	2,08	3,68	2,41	0,08	2,10	2,49
signification en %	78,7	16,1	20,6	9,0	17,0	92,2	20,4	16,3

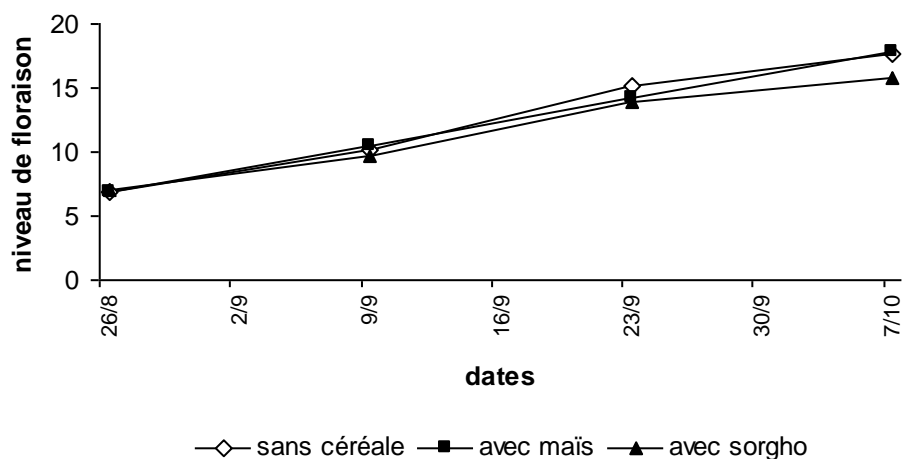


Figure 8 : évolution du niveau de floraison en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

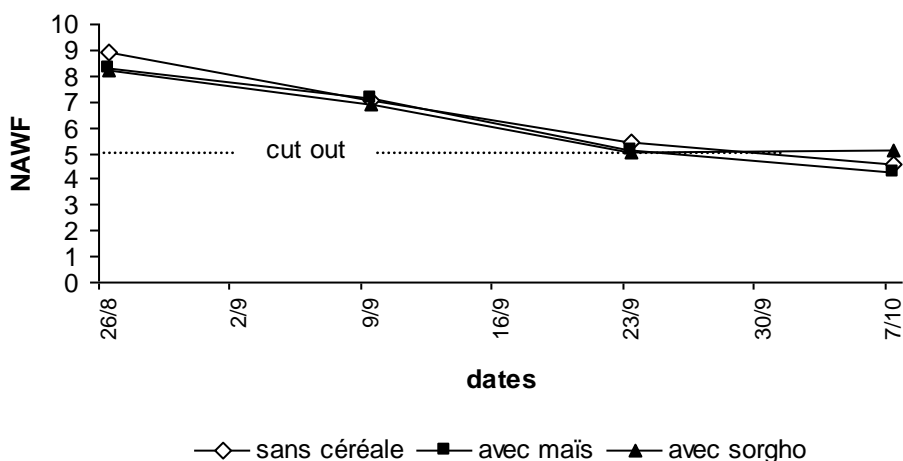


Figure 9 : évolution du NAWF en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

Ainsi quel que soit le mode de conduite de la culture, l'arrêt du cycle productif du cotonnier (lorsque NAWF = 5) est observé au cours de la dernière décade du mois de septembre.

Développement des céréales intercalaires

Le développement des céréales intercalaires n'a été suivi qu'au niveau de la taille de plants. S'agissant de deux céréales différentes aucune analyse statistique n'a été entreprise mais on remarquera des croissances comparables jusqu'au début du mois de septembre qui

divergent très nettement par la suite (Figure 10) : les plants de sorgho atteignant plus de 4 mètres alors que les plants de maïs restent en deçà de 2,5 mètres.

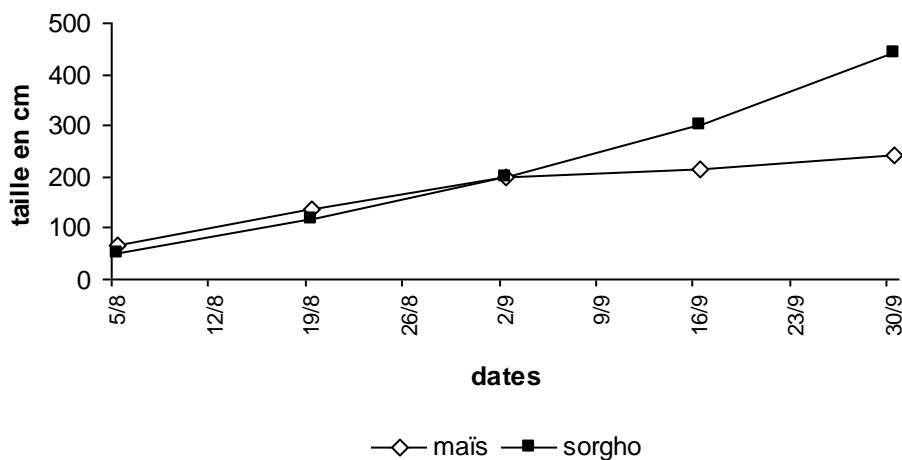


Figure 10 : croissance en hauteur des céréales intercalaires

Les chenilles carpophages

Sur maïs leur présence n'est notée que durant un mois, de la mi-septembre à la mi-octobre, sur sorgho uniquement en fin de campagne alors que sur cotonniers des infestations sont observées dès la fin août septembre jusqu'à la fin octobre (Figure 11).

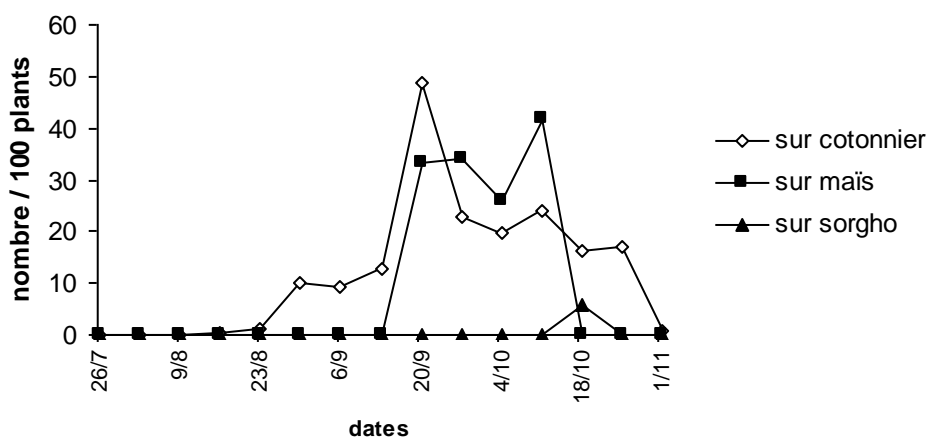


Figure 11 : évolution des infestations de chenilles carpophages sur les plants de cotonnier, de maïs et de sorgho

Pour les cotonniers un pic d'infestation important est noté autour de la mi-septembre alors que sur maïs les niveaux d'infestation restent presque toujours de la même importance durant le mois de présence de ces ravageurs (Figure 11). Sur sorgho les niveaux d'infestation ont été extrêmement faibles (Figure 11).

Sur cotonniers les espèces *Earias* sp sont dominantes dans le complexe jusqu'à la mi-septembre, ce rôle étant joué par la suite par *H. armigera* jusque pratiquement la fin de la campagne qui voit resurgir *D. watersi* (Figure 12). Sur les céréales intercalaires, l'espèce *D. watersi* est quasiment absente de ce complexe probablement en raison de sa monophagie. L'espèce *H. armigera* est très nettement dominante sur maïs (Figure 13) alors que sur sorgho elle partage ce rôle avec *Earias* sp en représentant 42,9 % du complexe.

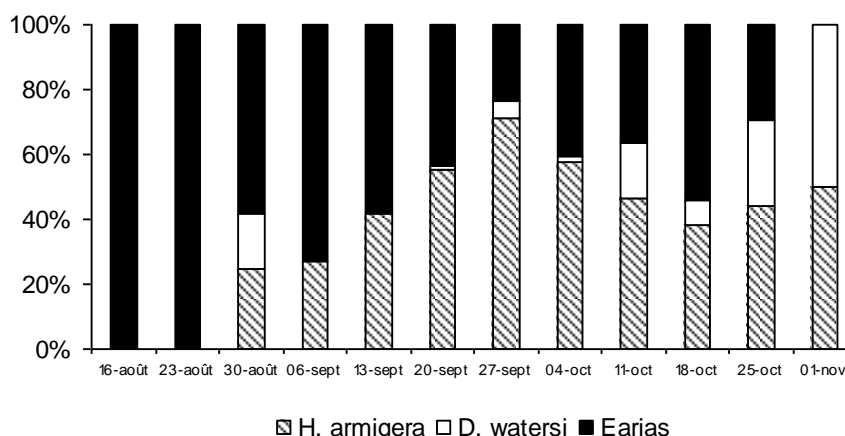


Figure 12 : évolution sur cotonnier de l'importance relative de chaque espèce dans le complexe des chenilles carpophages

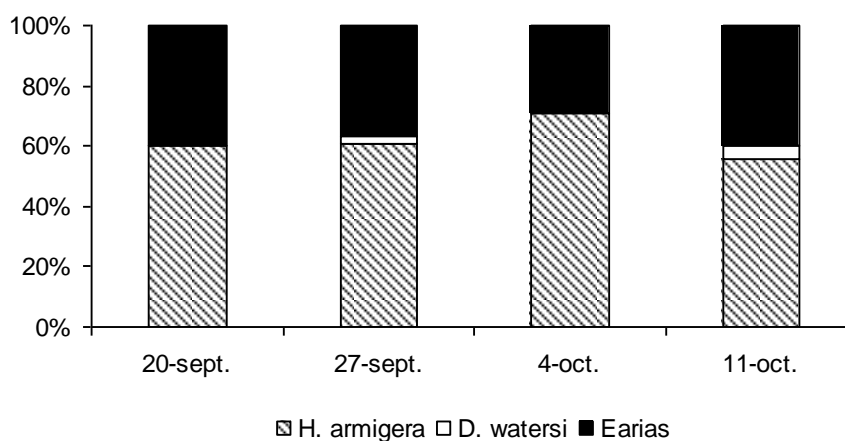


Figure 13 : évolution sur maïs de l'importance relative de chaque espèce dans le complexe des chenilles carpophages

Sur cotonniers, on ne note pas d'influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire dans l'évolution des infestations des chenilles carpophages (Figure 14) mais sur l'ensemble de la campagne les populations observées sur cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire apparaissent plus faibles sans qu'une signification, même à 10 %, soit notée (Tableau 9).

Tableau 9 : effet de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur les infestations de chenilles carpophages

type de culture	Infestation moyenne par observation pour 100 plants
sans céréale	13,4
avec maïs	11,2
avec sorgho	12,1
F modalités	2,87
signification en %	13,3

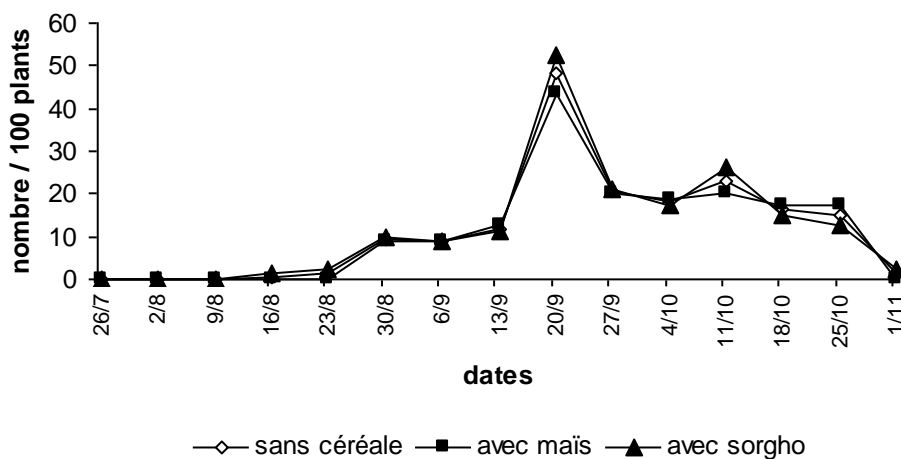


Figure 14 : évolution des infestations de chenilles carpophages sur cotonniers en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

Aucun effet de la proximité des cotonniers d'une céréale n'est observé avec la moyenne des infestations par observation (Tableau 10).

Tableau 10 : effet de la proximité de la céréale sur les infestations des cotonniers par les chenilles carpophages

éloignement de la céréale	infestation moyenne pour 100 plants par observation	
	parcelle avec maïs	parcelle avec sorgho
à 2,4 m	11.0	11.0
à 0,8 m	11.3	13.2
F éloignement	0.04	1.40
Signification en %	84.5	32.3

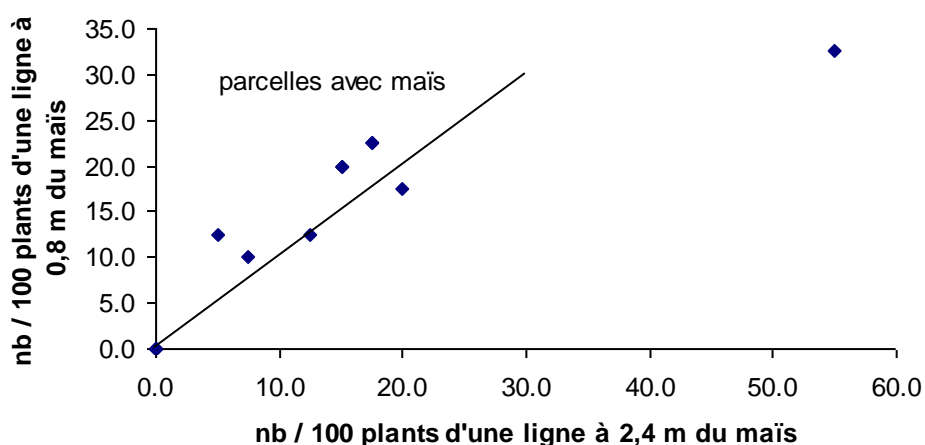


Figure 15 : liaison entre les infestations de deux lignes différemment éloignées du maïs

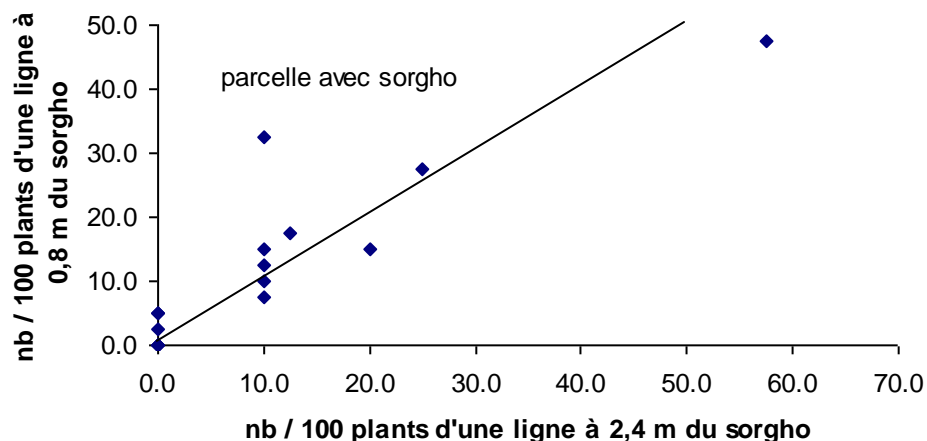


Figure 16 : liaison entre les infestations de deux lignes différemment éloignées du sorgho

L'absence de signification pourrait avoir pour origine un faible pouvoir attractif de ces deux céréales vis-à-vis des chenilles carpophages (Figures 15 et 16).

Abscissions d'organes fructifères

L'évolution de l'importance des abscissions hebdomadaires dues ou non aux ravageurs carpophages semble avoir été influencée positivement par la présence de sorgho comme culture intercalaire (Figures 17 à 20). Mais, cela n'apparaît pas de manière significative dans l'importance moyenne de ces abscissions par semaine sur l'ensemble de la campagne (Tableau 11).

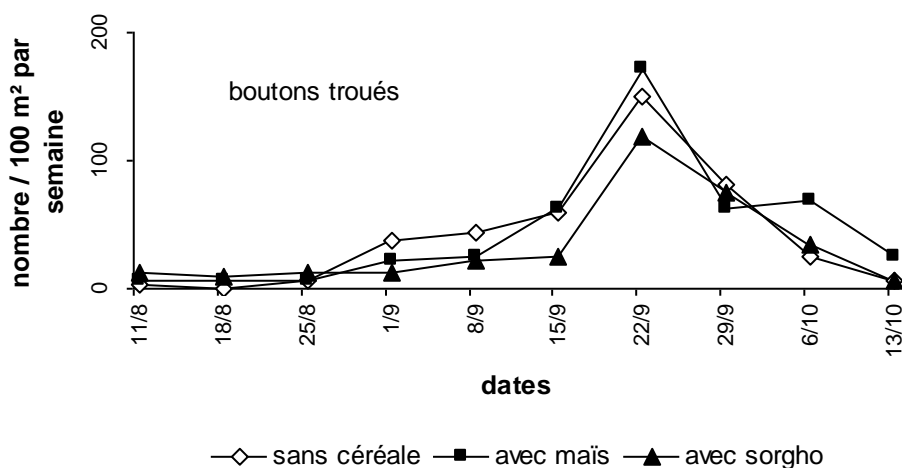


Figure 17 : influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur l'évolution des abscissions hebdomadaires dues aux ravageurs carpophages à travers le nombre de boutons troués pour 100 m²

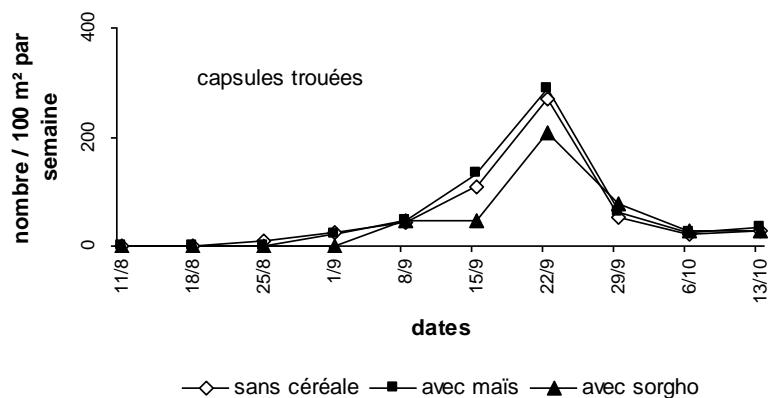


Figure 18 : influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur l'évolution des abscissions hebdomadaires dues aux ravageurs carophages à travers le nombre de capsules trouées pour 100 m²

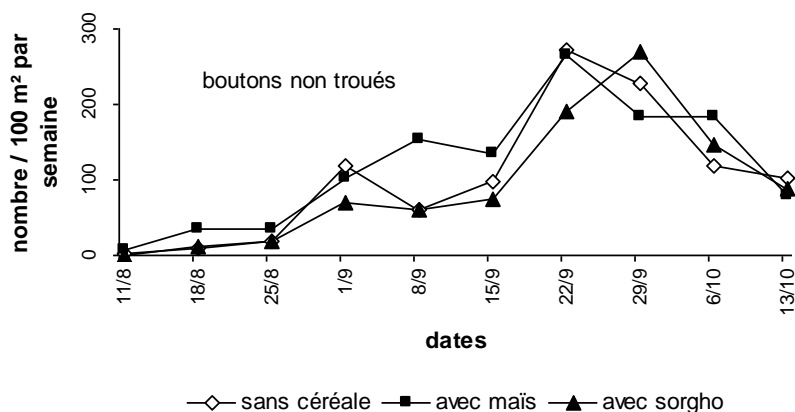


Figure 19 : influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur l'évolution des abscissions hebdomadaires non dues aux ravageurs carophages à travers le nombre de boutons non troués pour 100 m²

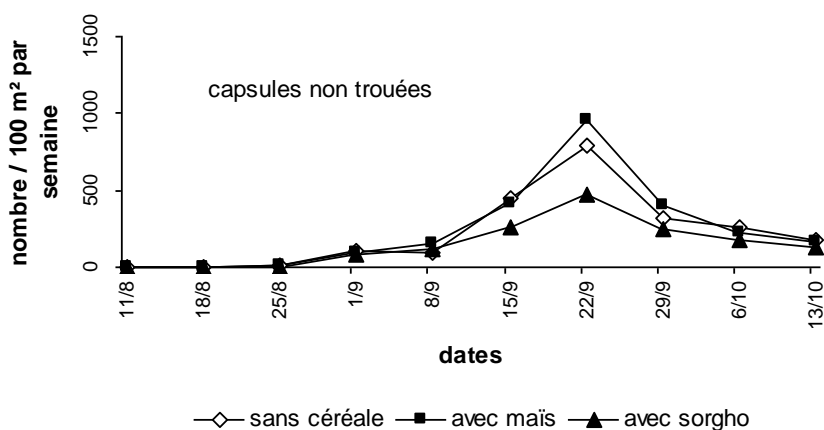


Figure 20 : influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur l'évolution des abscissions hebdomadaires non dues aux ravageurs carophages à travers le nombre de capsules non trouées pour 100 m²

Tableau 11 : importance des abscissions en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

type de culture	abscissions hebdomadaires moyennes pour 100 m ²			
	dues aux ravageurs carpophages		non dues aux ravageurs carpophages	
	boutons	capsules	boutons	capsules
sans céréale	14,2	19,3	35,5	76,1
avec maïs	15,7	21,1	40,6	83,4
avec sorgho	11,3	15,0	32,0	51,5
F modalités	0,98	0,87	0,98	1,22
signification en %	43,0	46,7	43,0	36,0

Ravageurs piqueurs suceurs sur cotonniers

Aucune influence de la présence ou non d'une céréale intercalaire n'est décelée dans l'évolution sur cotonniers des infestations d'insectes piqueurs suceurs qu'il s'agisse des aleurodes, des pucerons, des jassides ou des mirides (Figures 21 à 30). Ceci est confirmé statistiquement dans les analyses des infestations moyennes par observation (Tableaux 12 et 13).

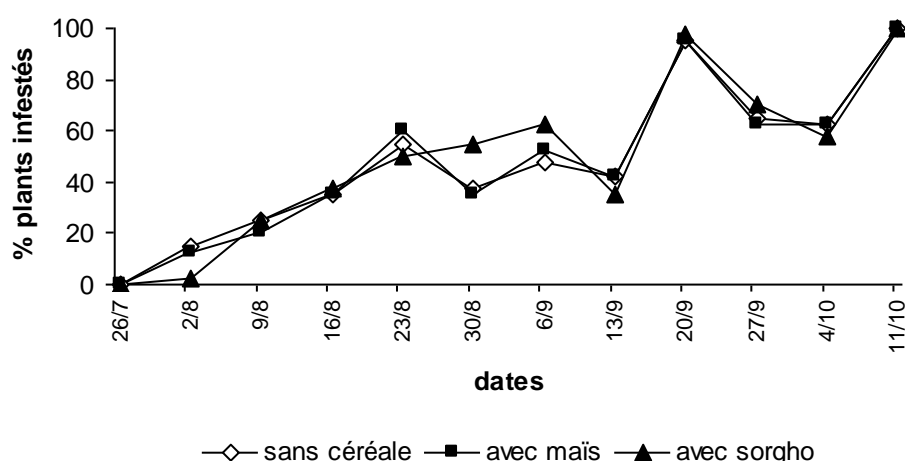


Figure 21 : évolution des infestations d'aleurodes en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le taux de plants infestés

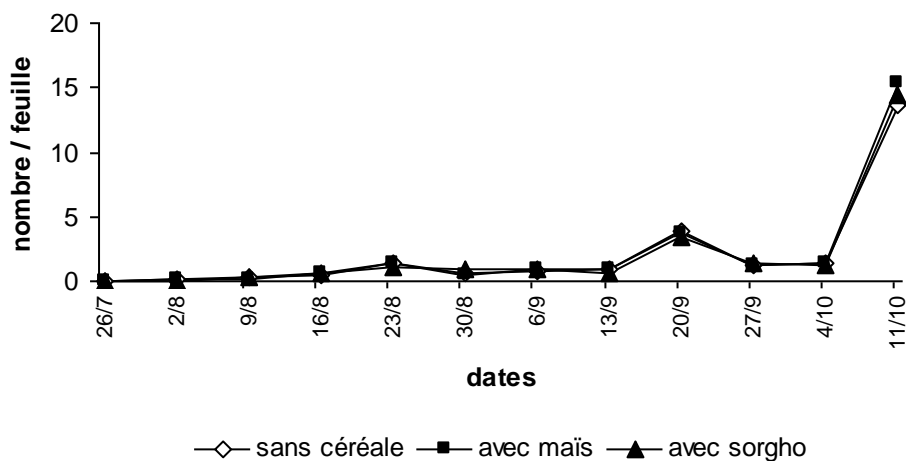


Figure 22 : évolution des infestations d'aleurodes en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le nombre d'adultes recensés au niveau de la 5^{ème} feuille terminale

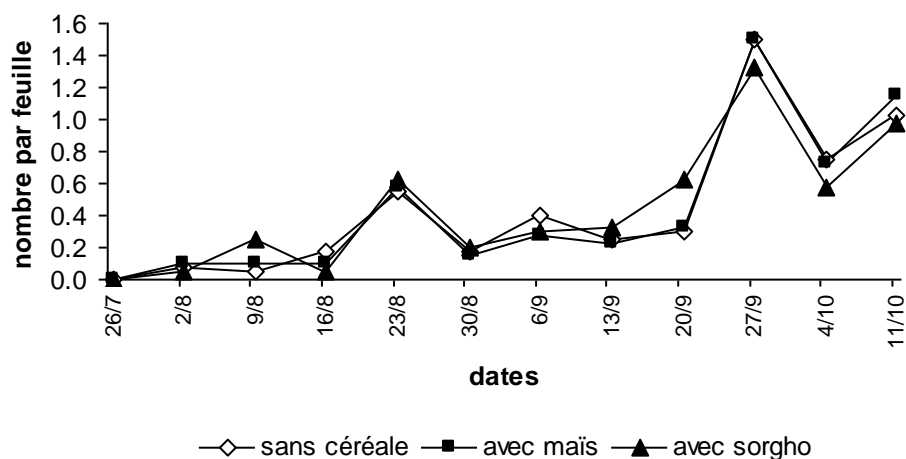


Figure 23 : évolution des infestations de jassides en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le taux de plants infestés

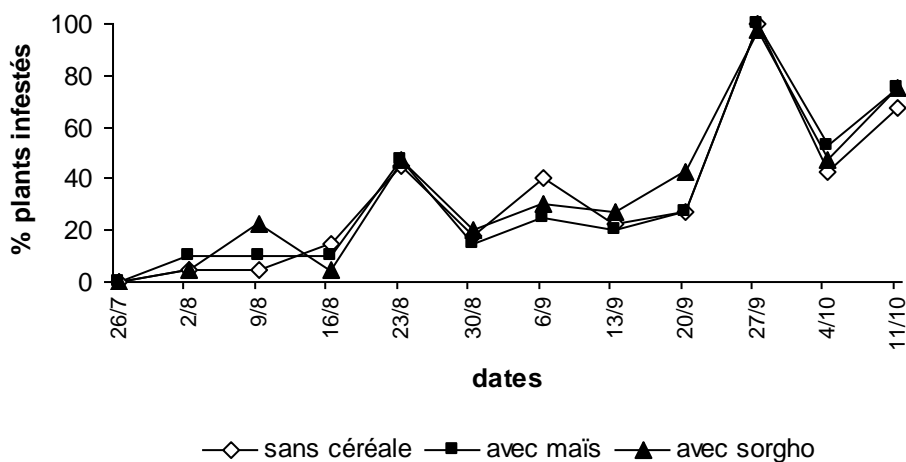


Figure 24 : évolution des infestations de jassides en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le nombre d'individus recensés au niveau de la 5^{ème} feuille terminale

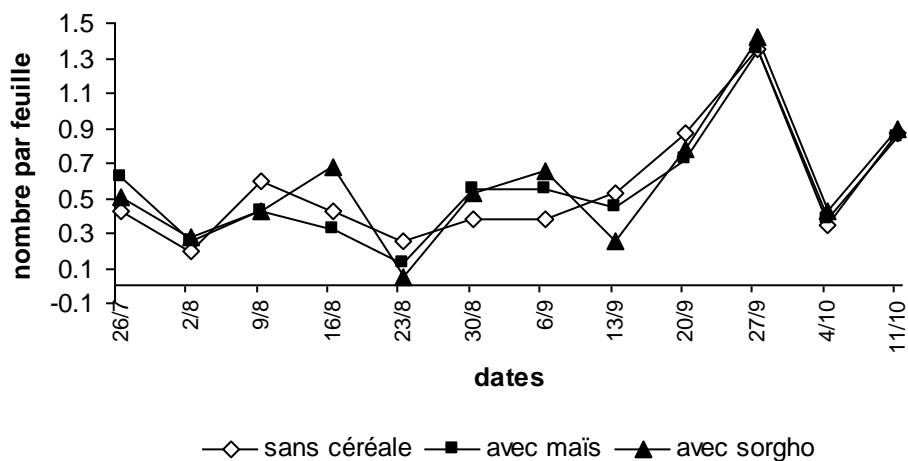


Figure 25 : évolution des infestations de pucerons ailés en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le taux de plants infestés

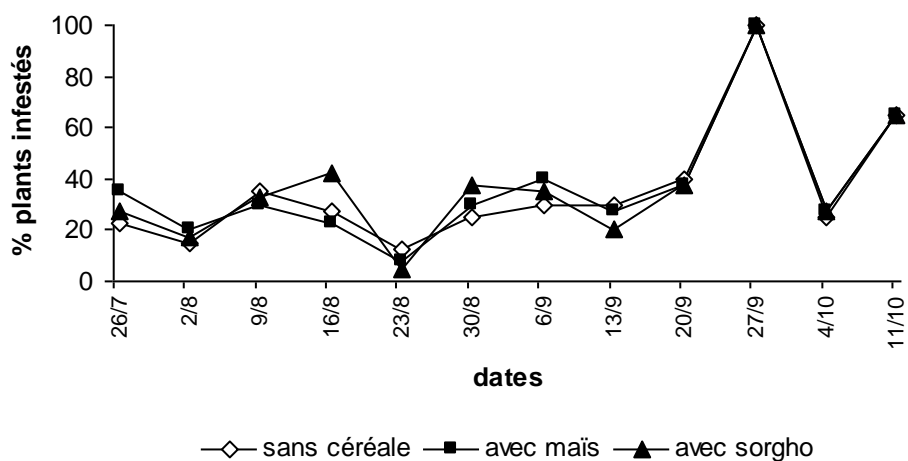


Figure 26 : évolution des infestations de pucerons ailés en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le nombre d'individus recensés au niveau de la 5^{ème} feuille terminale

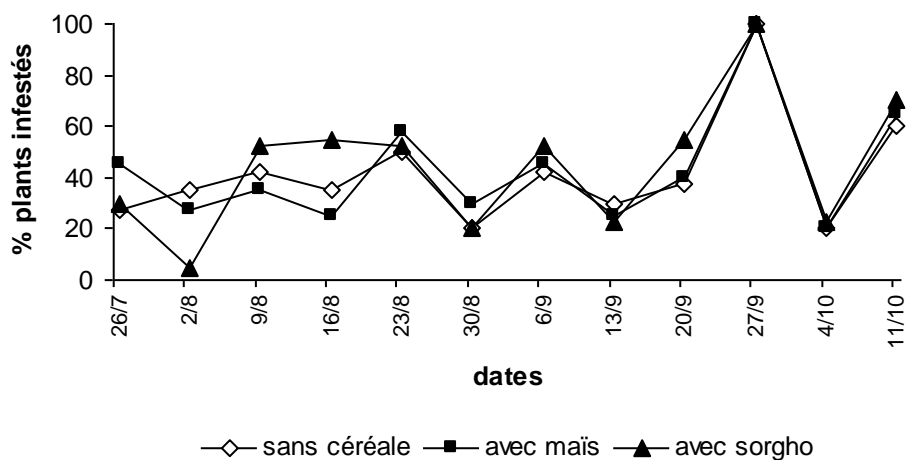


Figure 27 : évolution des infestations de pucerons aptères en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le taux de plants infestés

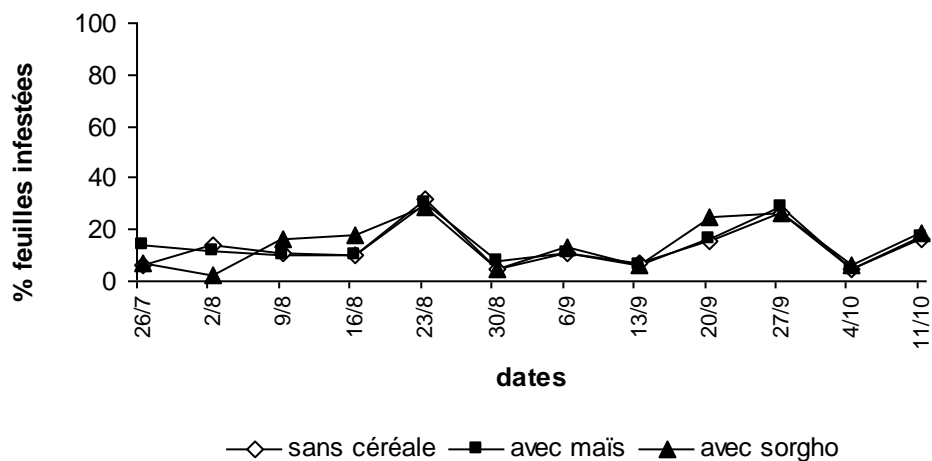


Figure 28 : évolution des infestations de pucerons aptères en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le taux de feuilles infestées

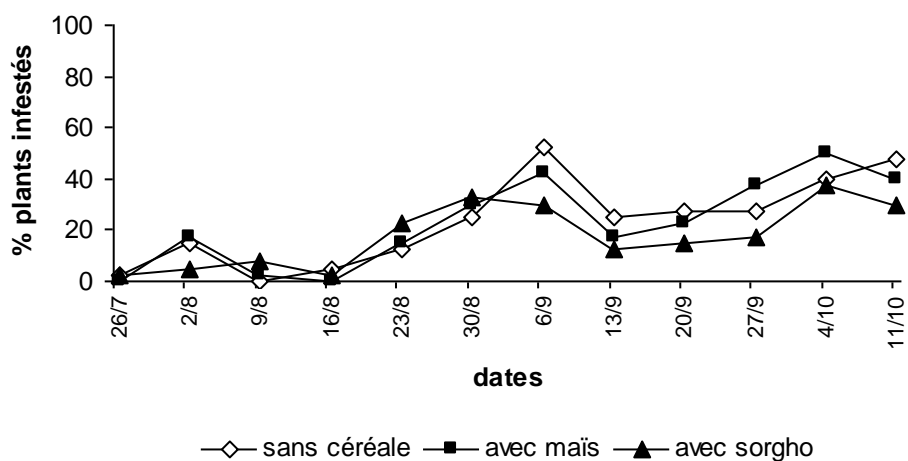


Figure 29 : évolution des infestations de mirides en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le taux de plants présentant des dégâts

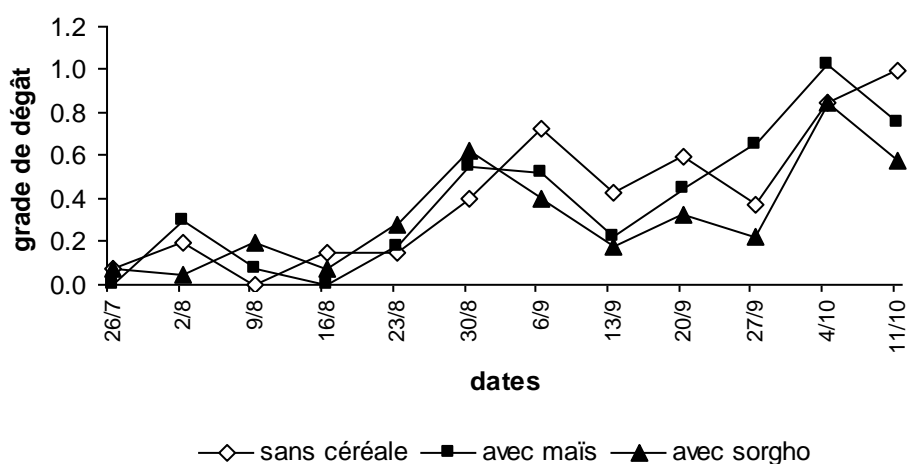


Figure 30 : évolution des infestations de mirides en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire suivant le grade de dégât observé sur la 5^{ème} feuille terminale

Tableau 12 : effet de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur les infestations de cotonniers par différents insectes piqueurs suceurs à travers le taux de plants infestés

type de culture	taux (moyen par observation) de plants infestés ou ayant des dégâts provoqués par				
	aleurodes	jassides	pucerons ailés	pucerons aptères	mirides
sans céréale	48,3	32,3	35,6	41,6	23,3
avec maïs	48,1	32,7	36,9	42,9	22,8
avec sorgho	49,4	35,0	37,3	44,8	17,7
F modalités	0,38	2,25	0,30	0,49	1,74
signification en %	70,2	18,6	75,7	64,0	25,4
Transformation	arcsin \sqrt{p}	arcsin \sqrt{p}	arcsin \sqrt{p}	arcsin \sqrt{p}	arcsin \sqrt{p}

Tableau 13 : effet de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur les infestations de cotonniers par différents insectes piqueurs suceurs à travers des observations au niveau de feuille

type de culture	valeur moyenne par observation				
	du nombre par feuille d'individus de			du taux de feuilles infestées par des pucerons aptères	du grade de dégât sur feuille
	aleurodes	jassides	pucerons ailés		
sans céréale	2,1	0,4	0,6	13,2	0,4
avec maïs	2,2	0,4	0,6	13,9	0,4
avec sorgho	2,1	0,4	0,6	14,2	0,3
F modalités	0,81	0,02	0,11	1,16	1,22
signification en %	49,2	98,3	89,7	37,6	36,2
transformation				arcsin \sqrt{p}	

Ravageurs piqueurs suceurs sur céréales intercalaires

Peu d'infestations d'insectes piqueurs suceurs ont été observées sur les plants de maïs comme le montrent les figures 31 à 33. Par contre, même s'il s'agit probablement d'espèces différentes de celles présentes sur cotonniers, les sorghos ont été très souvent infestés.

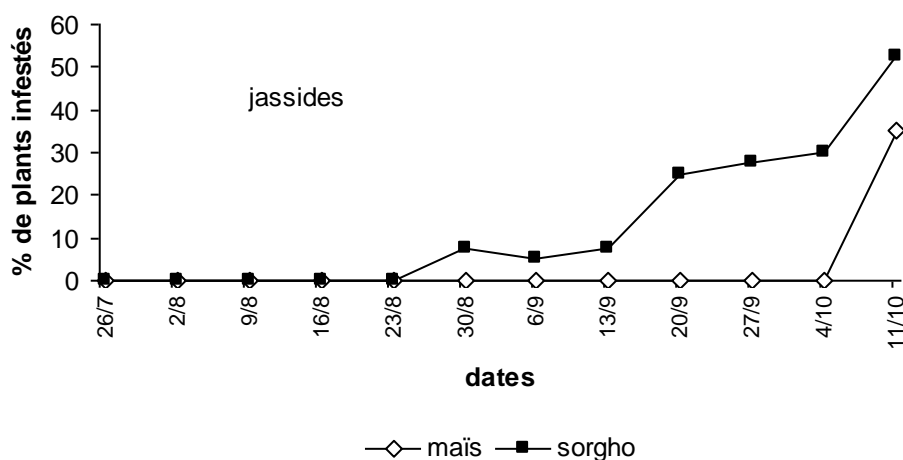


Figure 31 : évolution des infestations de jassides sur céréale intercalaire

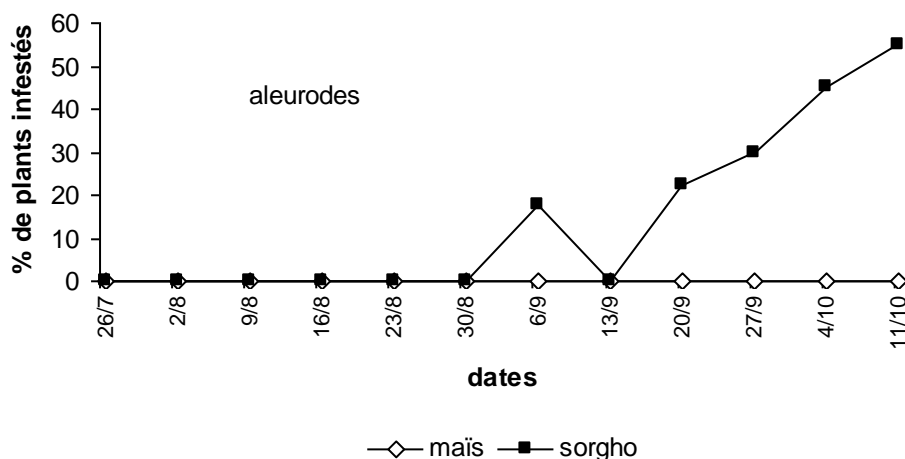


Figure 32 : évolution des infestations d'aleurodes sur céréale intercalaire

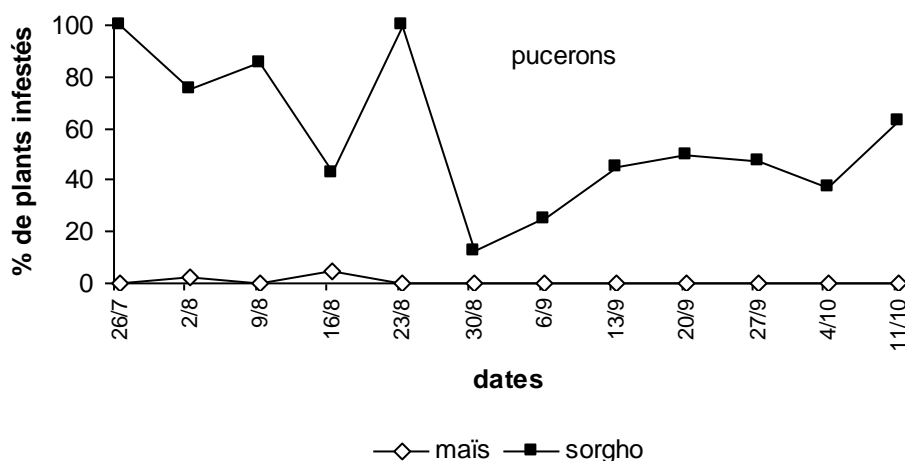


Figure 33 : évolution des infestations de pucerons sur céréale intercalaire

Auxiliaires sur cotonniers

En raison des changements fréquents dans les évolutions respectives des populations de chrysopes (Figure 34) on ne note globalement pas d'effet de la présence ou non d'une céréale intercalaire dans les populations moyennes par observation (Tableau 14). Par contre il semble que les populations de coccinelles (larves ou nymphes) soient souvent plus élevées sur cotonniers dans les parcelles ayant une céréale intercalaire (Figures 35 et 36). Les fortes infestations de pucerons, victimes de ces prédateurs, observées sur le sorgho, pourraient en être responsables. Mais cela est plus difficilement explicable pour le maïs qui a connu de très faibles infestations d'insectes piqueurs suceurs et en particulier de pucerons. D'ailleurs dans les parcelles ayant du maïs en céréale intercalaire les infestations de syrphes, autre prédateur des pucerons, apparaissent souvent plus faibles (Figure 37). Toutefois les analyses des populations moyennes par observation ne confirment pas statistiquement ces tendances au renforcement de la faune auxiliaire sur cotonnier par la présence d'une céréale intercalaire (Tableau 14).

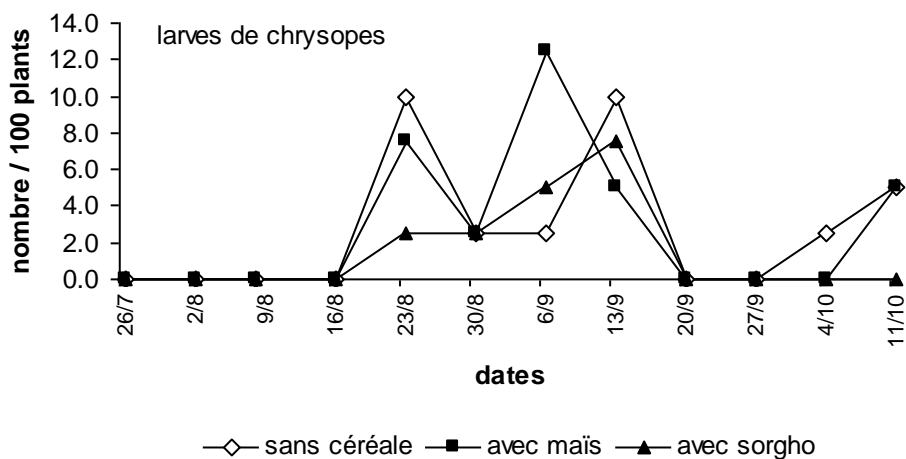


Figure 34 : évolution des populations de chrysopes en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

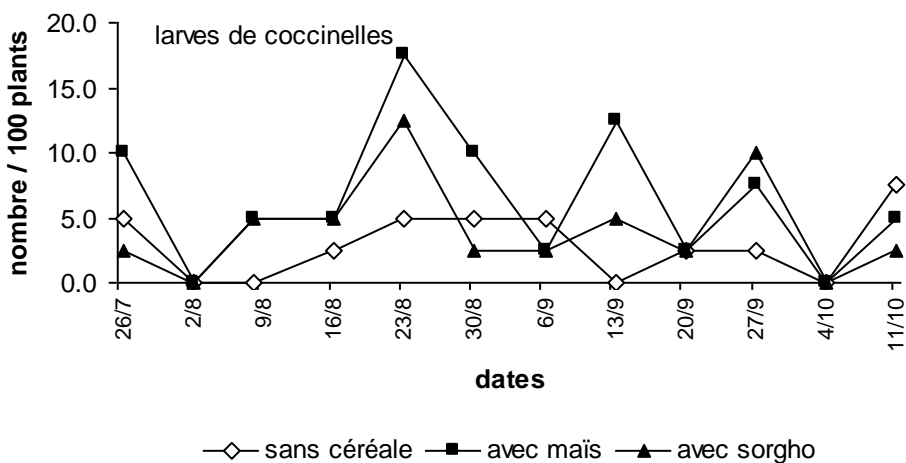


Figure 35 : évolution des populations de larves de coccinelles en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

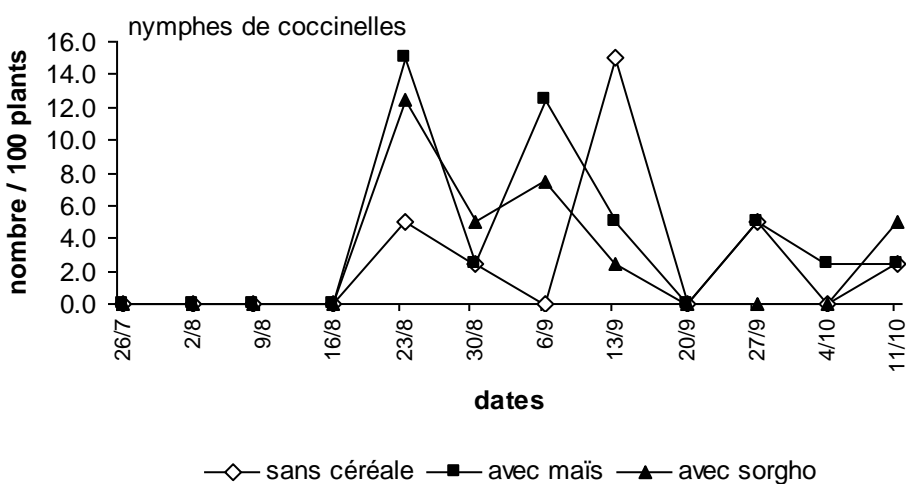


Figure 36 : évolution des populations de nymphes de coccinelles en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

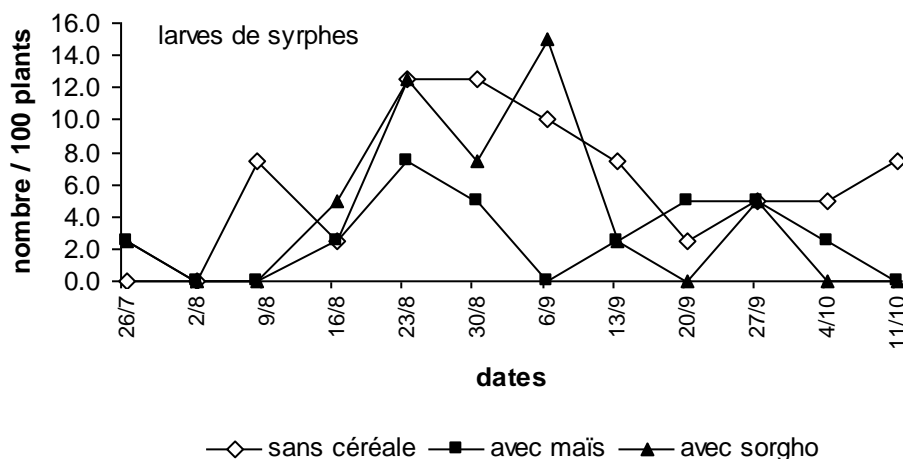


Figure 37 : évolution des populations de larves de syrphes en fonction de la présence ou non d'une céréale intercalaire

Tableau 14 : effet de la présence ou non d'une céréale intercalaire sur les populations d'auxiliaires

type de culture	populations moyennes par observation pour 100 plants			
	chrysopes	syrphes	coccinelles	
			larves	nymphes
sans céréale	2,7	6,0	2,9	2,5
avec maïs	2,7	2,7	6,5	3,8
avec sorgho	1,5	4,2	4,2	2,7
F modalités	0,73	1,44	2,49	1,53
signification en %	52,3	31,0	16,3	29,2

Développement de plants de cotonnier à la récolte

Aucune différence n'est mise en évidence dans le développement des plants à la récolte même si les valeurs les plus faibles en hauteur et en nombre de nœuds sur la tige principale sont observées dans les parcelles avec du sorgho en céréale intercalaire (Tableau 15).

Tableau 15 : effet des modalités étudiées sur le développement des cotonniers à la récolte

type de culture	hauteur en cm	nombre de nœuds / plant	n° du nœud de la première branche fructifère	nombre de branche végétative / plant
sans céréale	88,5	21,7	5,8	1,0
avec maïs	91,4	20,4	5,8	1,1
avec sorgho	81,4	20,2	5,7	1,1
F modalités	0,44	1,27	0,34	0,02
signification en %	66,8	34,7	72,9	98,1

Par ailleurs aucun effet de la proximité des cotonniers d'une céréale intercalaire n'est mis évidence sur ces caractéristiques des plants à la récolte (Tableau 16).

Tableau 16 : effet de la proximité des céréales sur le développement des cotonniers à la récolte

éloignement de la céréale	hauteur en cm		nombre de nœuds / plant		n° du nœud de la première branche fructifère		nombre de branche végétative	
	parcelle avec		parcelle avec		parcelle avec		parcelle avec	
	maïs	sorgho	maïs	sorgho	maïs	sorgho	maïs	sorgho
à 0,8 m	101,2	76,0	21,8	20,7	5,9	5,3	1,3	0,8
à 1,6 m	93,0	94,5	21,2	22,1	5,7	5,9	0,9	1,4
à 2,4 m	79,9	73,9	18,4	17,9	5,8	5,9	1,0	1,0
F éloignement	0,66	1,54	5,16	4,52	0,72	3,22	0,95	0,81
signification en %	55,4	28,9	5,0	6,3	52,8	11,2	44,0	49,1

Examen de la production à l'échelle de plants de cotonnier

Les charges en capsules entièrement saines comme les taux de capsules entièrement saines sont satisfaisants compte tenu de l'absence de protection insecticide mais aucun effet des modalités étudiées n'apparaît (Tableau 17). Toutefois les taux de rétention des organes fructifères ne sont pas très élevés même s'ils sont acceptables pour ceux situés en première position des cinq premières branches fructifères (Tableau 17). Aucun effet des modalités étudiées n'apparaît dans ces caractéristiques, même si les valeurs les plus faibles sont souvent notées pour les cotonniers des parcelles avec du sorgho comme céréale intercalaire (Tableau 17).

Tableau 17 : effet des modalités étudiées sur les caractéristiques de production des plants de cotonniers

type de culture	nombre de capsules entièrement saines par plant	taux (en %) de capsules entièrement saines	taux (en %) de rétention des organes fructifères	
			sur l'ensemble du plant	situés en première position des 5 premières branches fructifères
sans céréale	5,5	89,5	21,8	46,1
avec maïs	4,8	88,2	20,7	46,8
avec sorgho	4,4	85,3	22,0	44,2
F modalités	1,48	0,51	0,26	0,13
signification en %	30,1	62,7	78,3	88,2
transformation		arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p

Par ailleurs aucun effet de la proximité des cotonniers et de la céréale intercalaire n'est mis en évidence de manière significative (Tableau 18) pour ces caractéristiques de la production des cotonniers à l'échelle de plants.

Tableau 18 : effet de la proximité des céréales sur les caractéristiques de production des cotonniers à l'échelle de plant

éloignement de la céréale	nombre de capsules entièrement saines par plan		taux (en %) de capsules entièrement saines		taux (en %) de rétention des organes fructifères			
					sur l'ensemble du plant		situés en première position des 5 premières branches fructifères	
	parcelle avec		parcelle avec		parcelle avec		parcelle avec	
	maïs	sorgho	maïs	sorgho	maïs	sorgho	maïs	sorgho
à 0,8 m	4,7	4,5	89,2	84,1	18,0	21,1	34,7	43,9
à 1,6 m	5,6	4,8	92,6	84,2	21,2	21,7	51,5	44,8
à 2,4 m	4,0	3,9	82,2	88,5	22,4	23,0	53,7	43,9
F éloignement	0,54	0,25	2,89	0,38	0,58	0,14	1,88	0,02
signification en %	61,5	78,7	13,2	70,1	59,4	87,4	23,2	98,4
transformation			arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p

Densité de plantation et production des cotonniers

D'une ligne de cotonniers à l'autre, la densité de plantation a été très variable : de 2,1 à 7,1 plants par m². En ne considérant que les lignes de cotonniers des parcelles sans céréale intercalaire, une liaison significative apparaît entre la densité de plantation et le rendement en coton graine en kg/ha (Figure 38).

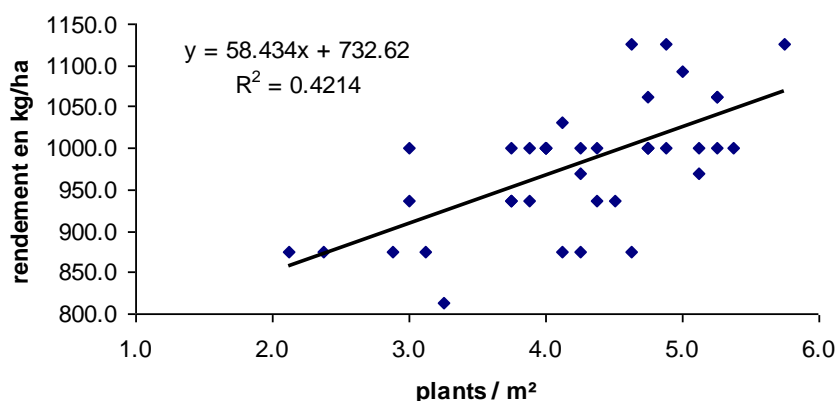


Figure 38 : liaison entre densité de plantation et rendement en coton graine pour les parcelles sans céréale intercalaire

Cette influence de la densité de plantation sur les performances de production n'a toutefois pas pu affecter la comparaison des productions des différents modes de conduite de la culture cotonnière puisque les densités moyennes sont comparables (Tableau 19). Par contre il se dégage très nettement une influence significative et négative de la présence de sorgho en culture intercalaire sur les performances productives des cotonniers (Tableau 19).

Tableau 19 : densité de plantation et production en fonction de la présence ou d'une céréale intercalaire

type de culture	densité en plants / m ²	rendement en kg/ha
sans céréale	4,2	979,7 a
avec maïs	4,9	912,8 a
avec sorgho	4,3	566,4 b
F modalités	0,65	69,34
signification en %	55,6	0,0

Pour les parcelles ayant une céréale intercalaire, on ne note pas d'influence de la proximité des cotonniers et de la céréale sur les performances de production des cotonniers (Tableau 20). Comme globalement sa présence est défavorable à la production des cotonniers, on peut penser son influence négative s'étende sur plus de 6 rangs de cotonniers (4,8 m).

Tableau 20 : influence de la proximité cotonniers et céréales sur les productions des cotonniers

éloignement de la céréale	rendement en coton graine (kg/ha) des parcelles avec	
	Maïs	sorgho
à 0,8 m	898,4	550,8
à 1,6 m	910,2	636,7
à 2,4 m	929,7	511,7
F éloignement	1,37	2,69
signification	32,3	14,6

Densité de plantation et production des céréales intercalaires

S'agissant de deux plantes différentes aucune analyse n'a été entreprise sur les densités de plants (ou tiges) par m² ou les productions en kg/ha qui apparaissent très satisfaisantes (Tableau 21).

Tableau 21 : densité et production des céréales intercalaires

	rendement en kg/ha	densité en tiges / m ²
maïs	4460,9	6,1
sorgho	2800,8	8,6

5 Conclusions et perspectives

Avec le dispositif adopté, les céréales intercalaires ont eu une influence négative sur certaines caractéristiques du cycle productif du cotonnier. Cette influence plus marquée avec le sorgho qu'avec le maïs n'est toutefois jamais apparue significative. A la récolte une influence également négative du sorgho semble se manifester sur le développement des plants (hauteur et nombre de nœuds de la tige principale des cotonniers).

Les infestations de chenilles carpophages sur les plants de sorgho étant extrêmement faibles, cette céréale ne possède probablement pas de pouvoir attractif vis-à-vis de ces ravageurs. Ce constat pourrait ne pas être formulé sur cette base à propos du maïs puisque des infestations significatives de chenilles carpophages sont observées sur cette plante.

Mais, les infestations de chenilles carpophages apparaissent sur maïs plus d'un mois après celles sur cotonnier. Un éventuel pouvoir attractif de ces deux céréales, dans les conditions de cette étude, est donc à exclure d'autant qu'il n'est pas confirmé par des infestations plus élevées sur les cotonniers qui leur sont proches.

La différence entre les dynamiques des ravageurs carpophages sur maïs et cotonnier permettrait d'envisager un semis du maïs plus précoce que celui du cotonnier pour faire bénéficier le cotonnier au début de son cycle de l'éventuel pouvoir attractif du maïs vis-à-vis de ces ravageurs. Cette stratégie qui est d'ailleurs mise en œuvre dans ce but au niveau de certains pays producteurs de coton ne peut malheureusement pas être envisagée au Mali pour des raisons climatiques (pluviométrie).

Les cotonniers présents dans les parcelles contenant une céréale intercalaire sont en tendance (significatif à 13,3 %) moins infestés par ces ravageurs carpophages que les cotonniers des parcelles n'ayant pas de céréale intercalaire. Un rôle de barrière (en raison de leur taille) plus qu'un effet attractif pourrait alors être en cause. Cependant les deux céréales intercalaires ayant influencé négativement le cycle fructifère du cotonnier une moins grande attractivité des cotonniers n'est pas à exclure. Par ailleurs, ces infestations moins élevées ne sont certainement pas à l'origine de la plus faible importance des abscissions provoquées par ces ravageurs dans les parcelles contenant du sorgho car les cotonniers y ont produit moins d'organes fructifères. D'ailleurs les abscissions non provoquées par ces ravageurs sont également de plus faible importance au sein de ces parcelles.

A l'exception des pucerons, les infestations d'insectes piqueurs suceurs sont à la fois plus précoces et plus fortes sur cotonnier que sur céréale intercalaire, le maïs n'hébergeant d'ailleurs pratiquement pas d'infestations de ces ravageurs. Il n'est donc pas étonnant qu'aucun effet de la présence d'une céréale ne soit apparu sur les infestations de ces ravageurs sur cotonniers. A l'inverse il semble bien que la présence de ces deux céréales renforce sur cotonniers les populations de coccinelles prédatrices de nombreux insectes piqueurs suceurs. Cet effet pourrait aisément s'expliquer pour le sorgho car ces prédateurs n'ont pas d'action spécifique et les infestations d'insectes piqueurs suceurs sur sorgho ont pu contribuer à la multiplication de ces auxiliaires. Mais cela reste inexplicable pour le maïs qui ne connaît pratiquement pas d'infestation d'insectes piqueurs suceurs.

L'influence négative du sorgho sur le développement et la fructification des cotonniers s'étant répercutée de manière significative sur les performances de production de ces derniers, l'insertion de cette céréale au sein des parcelles de cotonniers ne peut être retenue dans les conditions de cette étude à savoir : absence de protection insecticide et 4 rangs de sorghos tous les 6 rangs de cotonniers. Pour le maïs on ne note pas cette influence négative sur les performances de production des cotonniers mais, dans les conditions de cette étude, on ne remarque pas d'intérêt particulier à introduire le maïs en céréale intercalaire dans les parcelles de cotonniers.

annexe 1 : opérations culturales dans l'étude céréales intercalaires

opérations culturales	dates
piquetage	12-juin
semis	24-juin
re-semis	30-juin
sarclage	3-juil.
sarclage	25-juil.
sarclage	3-août
désherbage	14-sept.
démariage	7-juil.
apport engrais complet	14-juil.
apport urée	16-juil.
buttage	10-août

CONFIRMATION EN MILIEU REEL DE L'INTÉRÊT D'UN ECIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI

1 Justification

En milieu contrôlé et réel au cours des campagnes 2002 à 2004, l'écimage des cotonniers dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère s'est révélé sans incidence sur la production de coton graine et a réduit les infestations de chenilles carpophages en fin de campagne. En liaison avec cet avantage phytosanitaire, le programme de protection avait pu être diminué de 2 applications insecticides sans la moindre conséquence sur la production mais uniquement en 2003 en milieu contrôlé. Il convenait donc de reconduire des études à propos de l'écimage des cotonniers en milieu réel.

2 Objectifs

Le premier objectif de ces études étude a été d'apprécier dans une nouvelle diversité de situations en milieu réel les effets d'un écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne à savoir : la diminution des infestations de chenilles carpophages en fin de campagne, la possibilité de supprimer les deux dernières applications insecticides et l'absence d'incidence de ces deux pratiques sur la production. Le second objectif a été de préciser les situations dans lesquelles ces effets peuvent apparaître pour établir des règles de décisions concernant cette pratique associée à une réduction de la période de protection.

Par ailleurs, ces études en milieu réel permettraient une nouvelle appréciation de l'acceptabilité de ces pratiques par les agriculteurs maliens (recommandations des réunions de concertation IER CMDT OHVN des 17 au 19 mars 2004 et des 9 au 11 mars 2005 à N'Tarla).

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Trois modalités de conduite de la culture cotonnière ont été comparées (Tableau 1). L'écimage des cotonniers a été pratiqué dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère. Les matières actives insecticides et leurs doses d'utilisation à chaque date d'intervention ont respecté les consignes données par le Développement

Tableau 1 : Modalités de l'étude (objets)

étêtage		dates des interventions insecticides en jours après la levée					
A	non étêtés	45	59	73	87	101	115
B	Etêtés	45	59	73	87	101	115
C	Etêtés	45	59	73	87		

3.2 dispositif expérimental

Les villages de Niagansoni et de Badabala ont sélectionnés. Au sein de chaque village 8 champs paysans ont été retenus. A l'intérieur de chaque champ, les trois modalités de l'étude ont comparées dans un dispositif en blocs dispersés à 3 répétitions. Un tirage aléatoire indépendant a été réalisé pour chaque champ pour permettre des analyses de regroupement. La parcelle élémentaire comprenait 18 lignes de 15 mètres. Pour les parcelles élémentaires dont les cotonniers devront être étêtés seuls ceux présents sur les 12 lignes centrales ont été concernés par cette opération.

3.3 observations

Les observations réalisées ont porté sur : l'apparition des branches fructifères, l'estimation des temps nécessaires à l'écimage, la dynamique des infestations de ravageurs carpophages après l'écimage, le suivi des abscissions dues à ces ravageurs après l'écimage, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

3.4 opérations culturales au sein des parcelles

A Badabala (annexe 1), 5 des parcelles retenues ont levé avant le 2 juin et les autres à la fin de ce même mois (le 28 ou le 29 juin). Le démariage a été réalisé en moyenne 22 jours après la levée (11 à 33 jours après la levée suivant les parcelles). L'engrais complet a été épandu relativement tôt (dès la levée jusqu'au 33^{ième} jour après la levée suivant les parcelles). A l'exception d'une parcelle, le buttage a suivi de peu (en moyenne 3 jours après) l'apport d'urée réalisé du 19^{ième} au 54^{ième} jour après la levée selon les parcelles. Seules cinq parcelles ont été sarclées manuellement 3 fois. Le troisième et dernier sarclage ayant eu lieu relativement tard (entre le 94^{ième} et le 107^{ième} jour après la levée suivant les parcelles) on peut douter de son intérêt dans la limitation de la concurrence des adventices. Les deux premiers sarclages ont été réalisés respectivement peu après le démariage (en moyenne 2 jours après) et peu après le buttage (en moyenne 1 jour après). Toutes les parcelles ont reçu 4 applications insecticides : la première a toujours été réalisée avant le 45^{ième} jour après la levée. A l'exception de trois parcelles pour lesquelles on note moins de 8 jours entre les deux dernières applications, une bonne régularité de réalisation des interventions est observée (13 à 15 jours séparant en moyenne deux interventions).

A Niagansoni (annexe 2), toutes les parcelles ont levé à la fin mai (du 25 au 29 mai). Le démariage a été réalisé en moyenne 19 jours après la levée (14 à 26 jours suivant les parcelles). Comme à Badabala, l'engrais complet a été épandu relativement tôt (du 15^{ième} au 32^{ième} jour après la levée suivant les parcelles). L'apport d'urée a précédé de peu (en moyenne une journée) la réalisation du buttage qui eut lieu entre le 41^{ième} et le 69^{ième} jour après la levée. Contrairement à Badabala le premier sarclage manuel coïncide avec le démariage et le second a toujours été réalisé avant le buttage (en moyenne 10 jours avant mais de 4 à 25 jours suivant les parcelles). Un troisième sarclage a été réalisé sur certaines parcelles (cinq d'entre elles) à une date qui semble encore convenable pour présenter un intérêt dans la limitation de la concurrence des adventices (du 60^{ième} au 82^{ième} jour après la levée). Toutes les parcelles ont reçu au minimum quatre applications insecticides, la première intervenant avant le 50^{ième} jour après la levée (avant le 45^{ième} jour après la levée pour 7 parcelles). Contrairement à Badabala il n'y a pas de régularité dans la réalisation des applications insecticides : de 11 à 27 jours peuvent séparer deux applications successives suivant les parcelles et les périodes. Cinq parcelles ont reçu une cinquième application réalisée suivant les parcelles entre le 98^{ième} et le 110^{ième} jour après la levée.

4 Résultats

Dénombrement des branches fructifères

Il n'y a qu'à Badabala où l'évolution de l'apparition des branches fructifères sur la tige principale de cotonniers (Figure 1) a pu être suivie régulièrement car à Niagansoni les observations ont souvent débuté trop tard au moment où les cotonniers avaient déjà ou presque formé 15 branches fructifères.

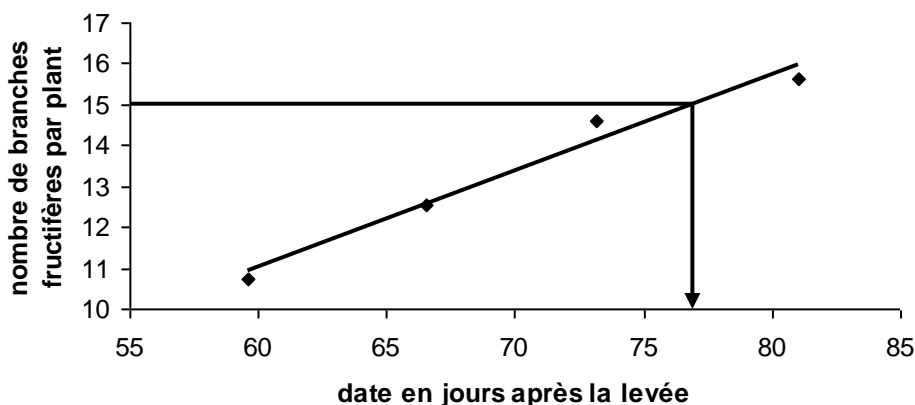


Figure 1 : évolution moyenne de l'apparition des branches fructifères à Badabala

Ecimage des cotonniers

Malgré des dates de semis moins homogènes, l'écimage des cotonniers a été réalisé de manière plus homogène à Badabala qu'à Niagansoni par rapport au développement des cotonniers : entre le 73^{ième} et le 83^{ième} jour après la levée à Badabala (annexe 1) et entre le 68^{ième} et le 83^{ième} jour après la levée à Niagansoni (annexe 2)

A Badabala sans qu'il existe de lien avec la densité de plantation (Figure 2 où $r^2 = 0,066$) et le nombre de personnes affectées à cette tâche (Figure 3 où $r^2 = 0,290$), l'écimage des cotonniers aurait pris entre 1 et 5 journées de travail par hectare si celui-ci avait été confié à une seule personne avec une moyenne de 3 jours. A Niagansoni toujours en l'absence de lien avec la densité de plantation (Figure 4 où $r^2 = 0,040$) et le nombre de personnes affectées à cette tâche (Figure 5 où $r^2 = 0,222$), ces valeurs passent de 2 à 7 jours avec une moyenne de 3 jours et demi.

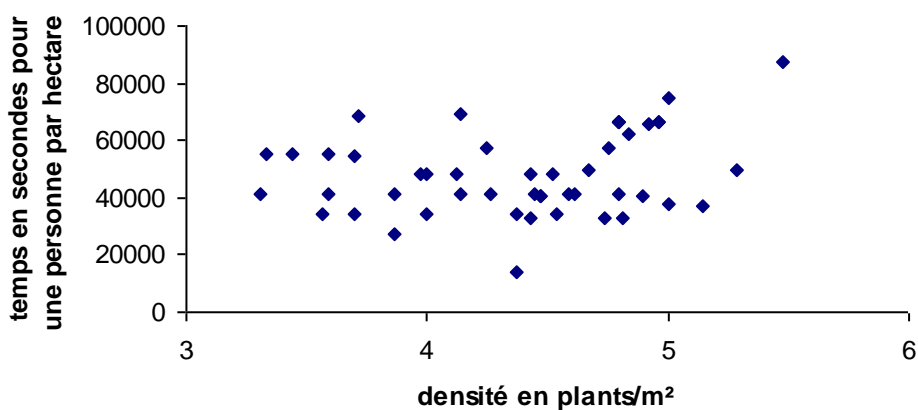


Figure 2 : temps nécessaire pour l'écimage d'un hectare par une personne en fonction de la densité de plantation à Badabala



Figure 3 : temps nécessaire pour l'écimage d'un hectare par une personne en fonction du nombre de personnes affectées à cette tâche à Badabala

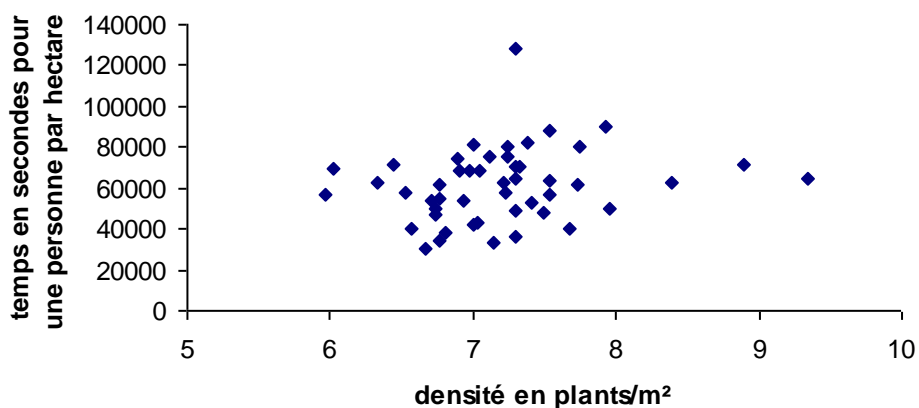


Figure 4 : temps nécessaire pour l'écimage d'un hectare par une personne en fonction de la densité de plantation à Niagansoni

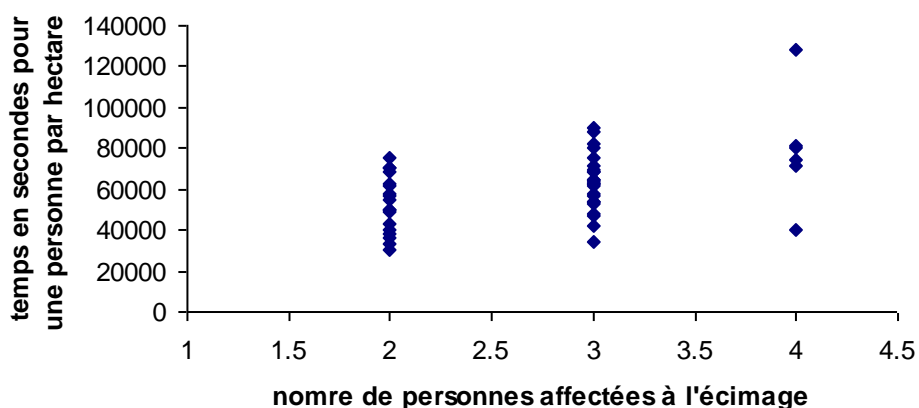


Figure 5 : temps nécessaire pour l'écimage d'un hectare par une personne en fonction du nombre de personnes affectées à cette tâche à Niagansoni

Comme l'année précédente cette pratique de l'écimage a été bien acceptée par les producteurs qui en majorité la jugent utile, basée sur une règle facile à mettre en œuvre, d'une exécution simple à l'échelle du plant et rapide à réaliser sur la parcelle (Tableau 2). Par contre pour la date de réalisation de cette opération, les jugements sont plus partagés (Tableau 2) même si la majorité des producteurs l'ont trouvée normale.

Tableau 2 : appréciations des producteurs sur la pratique de l'écimage (% de réponses dans chaque catégorie)

	réponses	Badabala	Niagansoni
règle de décision de l'êtéage	facile	25,0 %	100,0 %
	compliquée		
	indifférent	75,0 %	
	trop tôt		25,0 %
date de réalisation ?	normale	50,0 %	50,0 %
	trop tard	37,5 %	12,5 %
	indifférent	12,5 %	12,5 %
	simple	50,0 %	87,5 %
geste d'êtéage au niveau du cotonnier ?	difficile		12,5 %
	indifférent	50,0 %	
	rapide	87,5 %	100,0 %
pénibilité au niveau de la parcelle ?	pas contraignant		
	trop long	12,5 %	
	indifférent		
	mauvais		
utilité de réalisation ?	pas d'effet		
	utile	87,5 %	87,5 %
	indifférent	12,5 %	12,5 %

Infestations de chenilles carpophages

A Badabala, *H. armigera* a presque toujours été l'espèce dominante tout au long de la campagne mais les espèces *D. watersi* et *Earias* sp (Figure 6) ne sont pas moins absentes du complexe des chenilles carpophages. Par contre à Niagansoni *H. armigera* est moins fréquemment l'espèce dominante même si elle le demeure sur l'ensemble de la campagne (Figure 7).

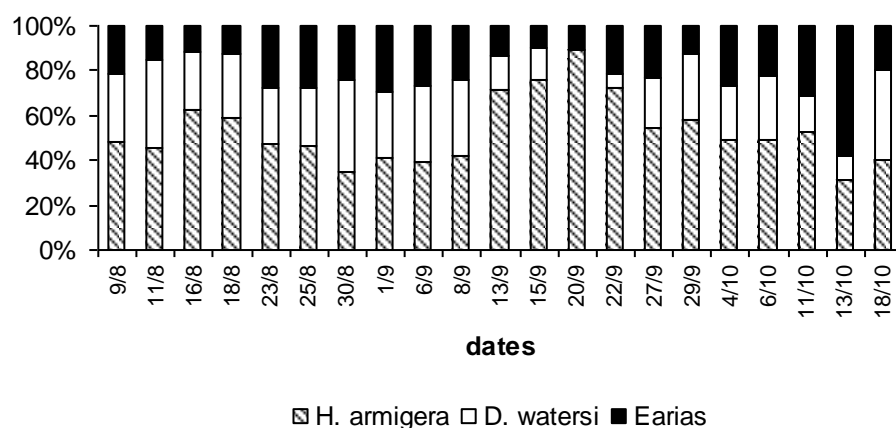


Figure 6 : importance relative des espèces carpophages au cours de la campagne à Badabala

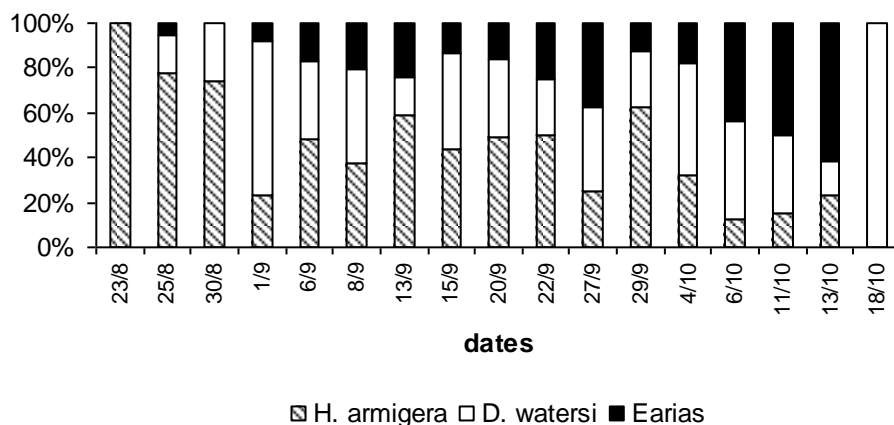


Figure 7 : importance relative des espèces carpophages au cours de la campagne à Niagansoni

Comme en 2004, les infestations de chenilles carpophages ont été bien plus élevées à Badabala qu'à Niagansoni (Figures 8 et 9) en particulier à la mi-août où elles atteignent plus d'une chenille pour 2 plants. Cependant on n'observe de pics dans les infestations de chenilles carpophages qu'à Niagansoni (à la mi-septembre et au début octobre) car à Badabala elles sont continuellement décroissantes.

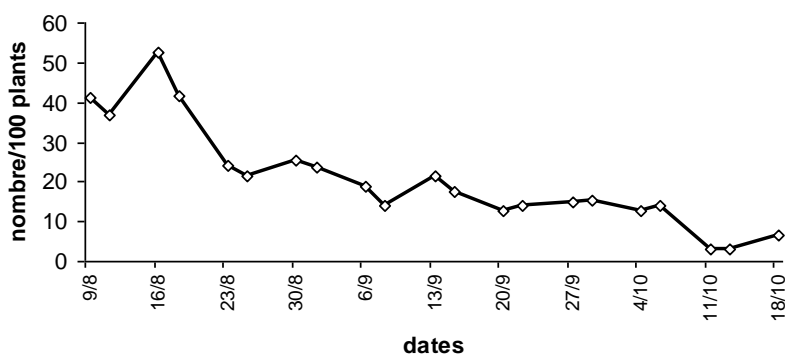


Figure 8 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages sur l'ensemble des parcelles à Badabala

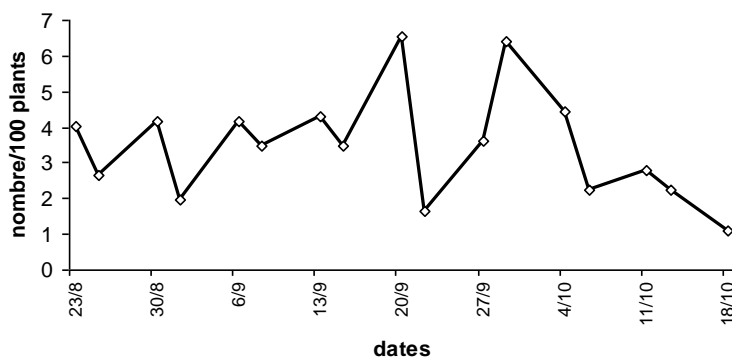


Figure 9 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages sur l'ensemble des parcelles à Niagansoni

Même si en moyenne elles apparaissent plus faibles après un écimage, aucun effet significatif des modalités étudiées n'est mis en évidence à Badabala dans les infestations de chenilles carpophages tant dans les analyses champ par champ que dans l'analyse de regroupement (Tableau 3). Il en est de même à Niagansoni (Tableau 3) à l'exception d'un champ au sein duquel l'écimage a réduit significativement les infestations de chenilles carpophages.

Tableau 3 : effet des modalités étudiées sur les infestations de chenilles carpophages moyennes par observation et pour 100 plants

	nombre pour 100 plants par observation	
	Badabala	Niagansoni
non écimé programme vulgarisé	17,2	3,3
écimé programme vulgarisé	15,2	3,9
écime programme réduit	16,4	3,3
F pratiques	1,16	0,29
signification en %	34,4	75,8
F interaction pratiques x champ	0,28	0,97
signification en %	99,0	50,4

Cette absence d'effet des modalités étudiées se retrouve tout au long de la campagne comme le montre les évolutions moyennes des infestations à Badabala (Figure 10) et à Niagansoni (Figure 11).

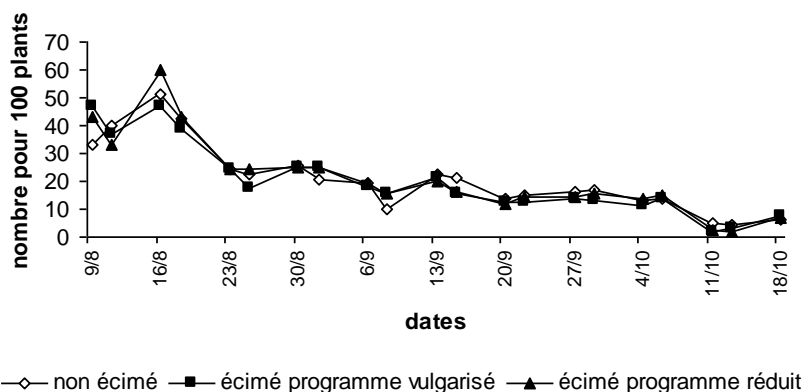


Figure 10 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages sur l'ensemble des parcelles à Badabala en fonction des modalités étudiées

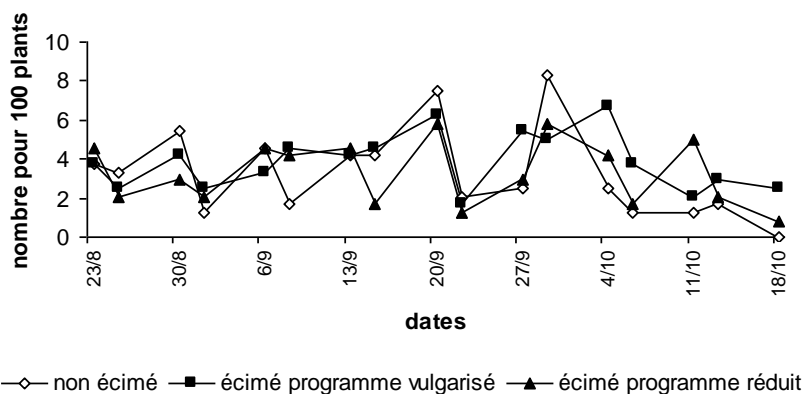


Figure 11 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages sur l'ensemble des parcelles à Niagansoni en fonction des modalités étudiées

Abscissions d'organes fructifères

Dans les analyses des abscissions provoquées par les chenilles carpophages on retrouve à Badabala et à Niagansoni les mêmes conclusions qu'à propos des infestations de ces ravageurs à savoir : absence d'effet des modalités étudiées aussi bien dans les analyses champ par champ, à l'exception d'un seul à Niagansoni au sein duquel l'écimage réduit significativement ces abscissions, que dans les analyses de regroupement (Tableau 4). Les mêmes conclusions peuvent être formulées à la suite des analyses des abscissions non provoquées par des chenilles carpophages (Tableau 4) à l'exception cette fois de deux champs à Niagansoni au sein desquels l'écimage a réduit significativement l'importance de ces abscissions.

Tableau 4 : effet des modalités étudiées sur les abscissions d'organes fructifères

	nombre d'organes fructifères tombés pour 100 m ² et par observation			
	troués par une chenille carpophage		non troués par une chenille carpophages	
	Badabala	Niagansoni	Badabala	Niagansoni
non écimé programme vulgarisé	84,5	13,0	81,6	78,4
écimé programme vulgarisé	80,1	14,6	87,2	74,3
écime programme réduit	81,7	12,1	85,1	68,1
F pratiques	1,17	0,72	2,40	0,75
signification en %	34,0	50,6	12,6	49,4
F interaction pratiques x champ	0,39	1,05	0,25	2,00
signification en %	96,7	43,7	99,0	5,2

Développement des cotonniers à la récolte

Dans les analyses par champ, des différences significatives ne sont apparues que pour le nombre de branches végétatives par plant dans un champ à Badabala. Dans les analyses de regroupement (Tableaux 5 et 6) des différences significatives ne sont apparues que pour les hauteurs des cotonniers à Niagansoni mais curieusement en faveur des cotonniers écimés même si elles sont de faibles ampleurs. On peut alors légitimement douter de la bonne réalisation des écimages à Niagansoni.

Tableau 5 : caractéristiques de développement des cotonniers à la récolte à Badabala

	hauteur en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de noeuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
non écimé programme vulgarisé	92,0	2,1	19,9	5,1
écimé programme vulgarisé	92,9	2,0	20,1	5,1
écime programme réduit	92,3	2,1	20,0	5,1
F pratiques	0,90	0,90	0,76	0,13
signification en %	43,1	43,3	49,0	88,3
F interaction pratiques x champ	0,84	1,35	0,72	1,44
signification en %	62,9	23,2	74,0	19,0

Tableau 6 : caractéristiques de développement des cotonniers à la récolte à Niagansoni

	hauteur en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de noeuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
non écimé programme vulgarisé	100,4 b	0,6	16,7	5,5
écimé programme vulgarisé	103,6 a	0,6	16,9	5,6
écime programme réduit	101,8 ab	0,7	16,7	5,6
F pratiques	5,78	0,04	1,03	2,15
signification en %	1,5	96,4	38,5	15,2
F interaction pratiques x champ	0,24	1,17	0,72	0,97
signification en %	99,0	34,5	73,4	50,9

Caractéristiques de la production à l'échelle des plants

A Badabala aucune différence significative n'est mise en évidence dans les analyses par champ des caractéristiques de la production à l'échelle de plant mais dans les analyses de regroupement les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5 ont été influencés significativement par les modalités étudiées (Tableau 7). Toutefois le test de Newman Keuls à 5 % ne permet pas de les différencier.

Tableau 7 : effet des modalités étudiées sur les caractéristiques de production à l'échelle de plant à Badabala

	nombre de capsules entièrement saines par plant	taux (en %) de capsules entièrement saines	taux (en %) de rétention des organes fructifères		
			sur l'ensemble des branches fructifères	sur les premières positions des branches fructifères	
				1 à 5	6 10
non écimé programme vulgarisé	26,6	94,6	85,7	98,3 a	99,1
écimé programme vulgarisé	26,4	94,2	86,2	98,2 a	98,1
écime programme réduit	26,2	94,1	85,5	99,2 a	98,8
F pratiques	0,31	0,59	0,15	3,85	0,97
signification en %	74,5	57,2	86,6	4,6	40,4
F interaction pratiques x champ	0,92	0,80	1,09	0,49	2,49
signification en %	55,1	66,2	40,1	92,0	1,6
transformation		arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p

A Niagansoni si aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les modalités étudiées dans les analyses de regroupement de chaque caractéristique de la production à l'échelle de plant (Tableau 8), des différences significatives sont observées dans les analyses de ces caractéristiques par champ. Elles ne concernent que les taux de rétention des organes fructifères et sont très variables suivant les champs mais globalement elles sont favorables à l'écimage.

Tableau 8 : effet des modalités étudiées sur les caractéristiques de production à l'échelle de plant à Niagansoni

	nombre de capsules entièrement saines par plant	taux (en %) de capsules entièrement saines	taux (en %) de rétention des organes fructifères		
			sur l'ensemble des branches fructifères	sur les premières positions des branches fructifères	
				1 à 5	6 à 10
non écimé programme vulgarisé	13,1	70,7	62,6	68,5	66,0
écimé programme vulgarisé	13,1	68,9	64,6	68,6	69,3
écime programme réduit	13,0	69,5	64,5	71,5	66,1
F pratiques	0,04	0,46	1,62	1,92	1,84
signification en %	96,6	64,5	23,3	18,2	19,4
F interaction pratiques x champ	1,27	1,02	1,61	1,11	2,10
signification en %	28,4	46,3	13,6	39,0	4,5
transformation		arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p	arcsin√p

Densité de plantation et production de coton graine

Les densités de plantation observées à la récolte sont plus élevées à Niagansoni qu'à Badabala (Tableau 9). Si des écarts importants sont notés entre les extrêmes dans chaque village (densité de 3,2 à 5,5 plants par m² à Badabala et de 6,0 à 9,3 plants par m² à Niagansoni), les variations entre les moyennes des champs et entre les parcelles par champ sont faibles (Tableau 9).

Tableau 9 : densités de plantation au sein des parcelles dans chaque village

	densité moyenne en plants / m ²		coefficient de variation (en %) pour les densités à l'intérieur des champs	
	Badabala	Niagansoni	Badabala	Niagansoni
champ 1	3,7	7,9	8,3	9,9
champ 2	4,2	7,4	5,2	6,6
champ 3	4,9	7,2	6,7	3,4
champ 4	5,0	6,9	4,9	4,5
champ 5	4,6	7,7	5,2	6,3
champ 6	4,1	7,0	18,7	6,3
champ 7	4,3	7,0	8,2	3,8
champ 8	4,6	6,8	4,9	6,4

Compte tenu de ces faibles variations à l'intérieur de chaque champ peu de liaisons sont apparues entre la densité de plantation et le rendement en coton graine : une pour le champ 1 à Badabala ($r^2 = 0.541$) et une à Niagansoni pour le champ 1 également ($r^2 = 0.532$). Ce constat est parfaitement illustré par les figures 12 et 13.

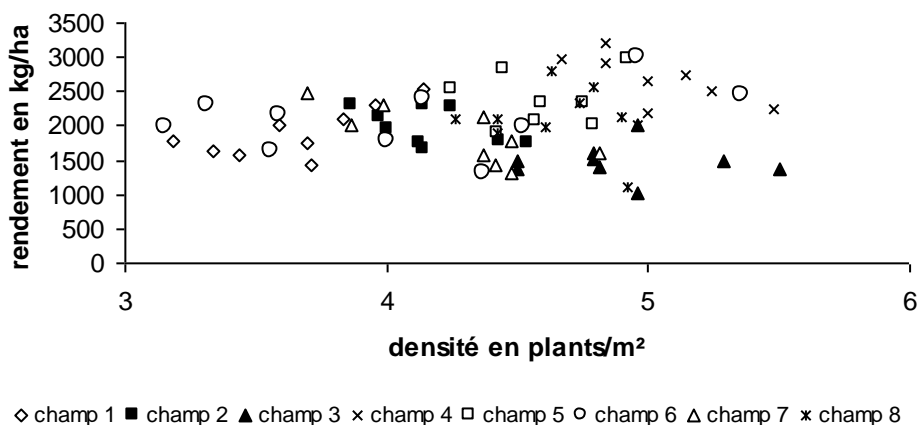


Figure 12 : liaison entre densité de plantation et rendement en coton graine en fonction des champs à Badabala

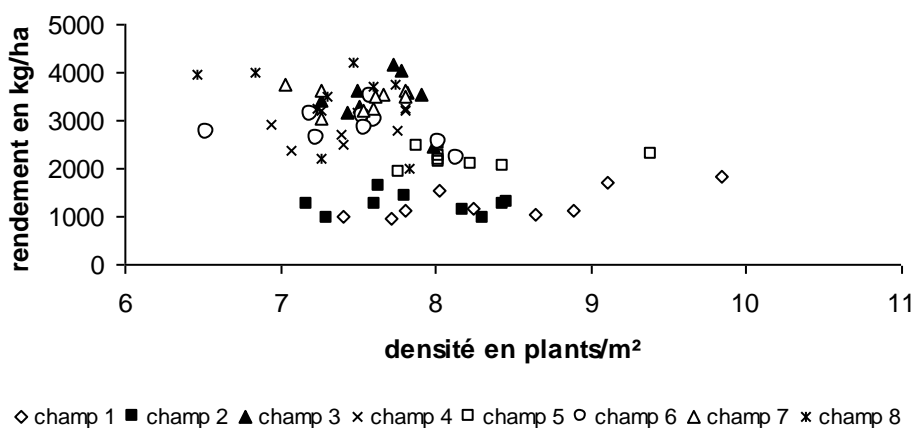


Figure 13 : liaison entre densité de plantation et rendement en coton graine en fonction des champs à Niagansoni

Tant au niveau des analyses par champ qu'au niveau des analyses de regroupement (Tableau 10), aucune différence significative n'est mise en évidence entre les modalités étudiées dans les performances de production.

Tableau 10 : effet des modalités étudiées sur les productions de coton graine

	rendement en kg/ha	
	Badabala	Niagansoni
non écimé programme vulgarisé	1996,8	2599,4
écimé programme vulgarisé	1986,6	2610,1
écime programme réduit	2157,5	2593,5
F pratiques	3,22	0,02
signification en %	7,0	97,7
F interaction pratiques x champ	0,43	0,67
signification en %	95,3	78,2

En l'absence de liaison densité de plantation et rendement en coton graine, nous avons exprimé les résultats de production obtenus dans les parcelles où les cotonniers avaient été écimés par rapport à ceux de la parcelle où les cotonniers n'ont pas été écimés.

Il semble alors qu'à Badabala, les performances des cotonniers écimés ont plus souvent voisines ou supérieures à celles des cotonniers non écimés lorsque les taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère 1 à 5 ont été supérieurs à 91 % (Figure 14) et lorsque les cotonniers ont dépassé 94 cm (Figure 15). Ces seuils pourraient alors être utilisés au moment de l'écimage pour décider ou non de la réalisation de cette pratique sachant que s'ils n'étaient pas atteints à ce moment là les performances des cotonniers écimés ont moins de chance d'égaler ou de dépasser celles de cotonniers non écimés.

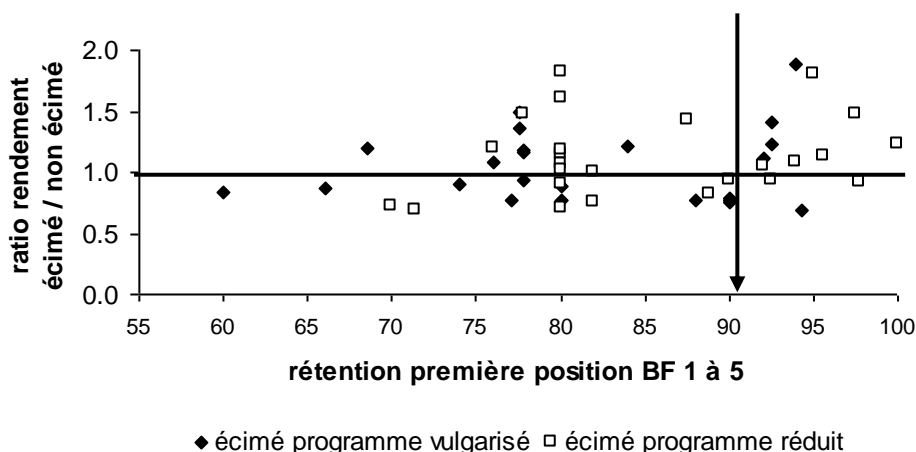


Figure 14 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les rendements en coton graine et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5

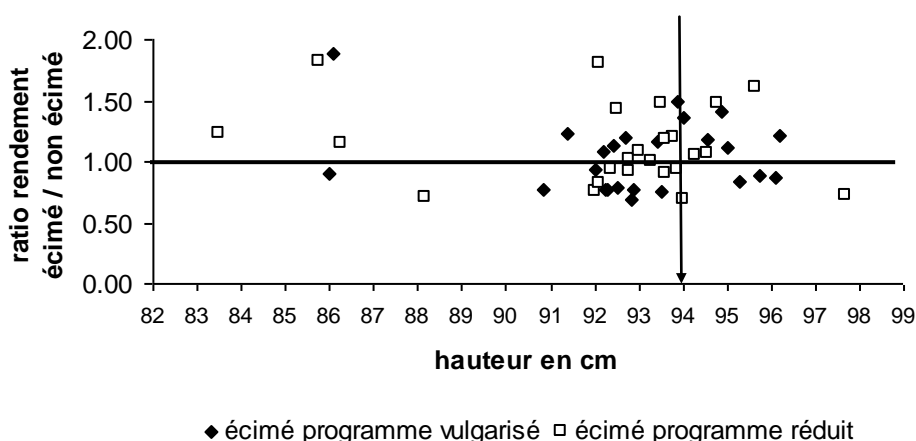


Figure 15 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les rendements en coton graine et les tailles de cotonniers à la récolte

A Niagansoni aucune tendance de cette nature n'est apparue entre ces ratios et certaines caractéristiques des plants à la récolte.

5 Conclusions et discussion

Au regard de son acceptation par les producteurs, la réalisation d'un écimage des cotonniers en cours de campagne semble pouvoir être réalisable en milieu réel. Sans avoir d'incidence sur les performances de production, cet écimage n'a pas permis cette année de diminuer significativement les infestations de chenilles carpophages et donc n'a pas eu de conséquence sur leurs dégâts.

annexe 1 : infestations en chenilles carpophages à Badabala

	nombre pour 100 plants par observation							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	17,4	17,0	15,2	16,2	18,2	19,1	20,6	13,7
écimé programme vulgarisé	13,3	17,0	13,3	12,9	16,1	11,5	23,3	14,3
écimé programme réduit	22,2	18,1	14,3	15,7	11,2	16,1	20,2	13,5
F modalités	0,95	0,01	0,21	1,39	0,57	0,61	0,07	0,01
Signification en %	46,2	99,0	81,9	34,9	60,6	59,0	93,7	99,0

annexe 2 : abscissions provoquées par les chenilles carpophages à Badabala

	nombre pour 100 m ² par observation							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	67,9	68,8	104,7	103,8	90,3	89,6	64,2	86,2
écimé programme vulgarisé	58,6	76,4	94,9	98,0	83,4	72,4	66,9	89,7
écimé programme réduit	76,0	70,2	96,1	105,8	76,3	77,3	63,5	88,1
F modalités	0,95	0,14	0,75	0,21	0,95	1,49	0,03	0,02
Signification en %	46,1	87,5	53,2	82,1	46,2	32,9	97,0	98,2

annexe 3 : abscissions non provoquées par les chenilles carpophages à Badabala

	nombre pour 100 m ² par observation							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	76,4	77,7	91,4	94,0	71,7	69,5	76,7	95,3
écimé programme vulgarisé	86,1	78,0	97,1	102,5	76,7	85,2	79,2	92,8
écimé programme réduit	68,3	77,2	106,1	101,9	82,5	75,7	77,1	92,2
F modalités	0,78	0,00	0,82	0,24	0,44	1,10	0,01	0,02
Signification en %	52,0	99,0	50,5	79,8	67,4	41,7	98,9	98,6

annexe 4 : hauteur des cotonniers à la récolte à Badabala

	hauteur en cm							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	89,5	92,1	89,9	92,8	93,1	94,4	90,4	93,6
écimé programme vulgarisé	89,9	93,2	92,5	94,1	93,4	95,0	94,2	90,7
écimé programme réduit	89,5	93,9	93,2	94,4	93,1	92,4	92,9	89,5
F modalités	0,11	2,00	1,38	1,07	0,02	0,64	0,98	0,71
Signification en %	90,0	25,0	35,1	42,7	97,9	57,5	45,3	54,6

annexe 5 : nombre de branches végétatives par plant à la récolte à Badabala

	nombre de branches végétatives par plant							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	2,3	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	2,1	2,1
écimé programme vulgarisé	2,4	2,1	2,0	1,9	2,0	1,5	2,1	2,1
écimé programme réduit	2,4	2,2	2,0	1,9	2,0	1,9	2,0	2,1
F modalités	0,30	1,45	1,00	0,45	0,40	54,70	0,54	0,14
Signification en %	75,9	33,7	44,6	66,9	69,6	0,2	62,4	87,6

annexe 6 : n° du nœud de la première branche fructifère à Badabala

	n° du neoud de la première branche fructifère							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	4,7	4,8	5,2	5,3	5,0	5,5	5,2	5,0
écimé programme vulgarisé	5,0	4,9	5,2	5,1	5,1	5,4	5,2	4,9
écimé programme réduit	4,7	4,8	5,3	5,3	4,9	5,3	5,1	5,1
F modalités	1,80	0,09	0,25	3,57	2,59	1,31	0,04	2,69
Signification en %	27,7	91,5	78,9	12,9	19,0	36,6	96,2	18,2

annexe 7 : nombre de nœuds de la tige principale à Badabala

	nombre de nœuds de la tige principale							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	19,9	20,0	19,3	20,0	20,2	20,3	19,5	20,1
écimé programme vulgarisé	20,2	20,1	20,3	20,0	20,3	20,4	20,4	19,6
écimé programme réduit	20,2	20,3	20,3	20,2	20,1	19,7	20,1	19,3
F modalités	1,48	0,89	1,41	0,48	0,11	0,65	1,52	0,31
Signification en %	33,0	48,0	34,5	65,4	89,5	57,4	32,3	75,2

annexe 8 : nombre de capsules entièrement saines par plant à Badabala

	nombre de capsules entièrement saines par plant							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	28,4	32,7	24,6	23,4	26,1	23,7	28,4	25,5
écimé programme vulgarisé	28,1	32,8	25,0	22,9	28,4	21,7	27,5	25,2
écimé programme réduit	29,7	31,6	24,4	22,6	29,1	23,0	25,0	23,9
F modalités	1,35	0,24	0,54	0,38	0,67	2,79	1,13	0,92
Signification en %	35,8	80,1	62,3	71,0	56,2	17,4	40,9	47,1

annexe 9 : taux de capsules entièrement saines à Badabala (en %)

	taux de capsules entièrement saines en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	93,0	96,3	97,1	93,9	98,1	91,7	93,8	90,6
écimé programme vulgarisé	89,0	96,6	97,5	92,4	98,5	89,4	94,2	91,6
écimé programme réduit	88,3	95,2	97,9	91,8	98,4	91,9	94,9	90,3
F modalités	1,12	0,45	0,17	0,68	0,10	1,96	1,67	2,01
Signification en %	41,2	67,0	84,7	56,0	90,3	25,5	29,7	24,9

annexe 10 : taux de rétention global à Badabala

	taux de rétention global en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	94,8	97,9	78,4	75,5	81,5	78,7	84,8	84,8
écimé programme vulgarisé	96,0	97,3	78,7	75,7	85,2	72,6	89,4	84,2
écimé programme réduit	97,8	95,8	76,0	76,6	87,3	76,2	81,8	82,4
F modalités	3,01	0,45	1,26	0,84	0,39	2,13	3,26	0,42
Signification en %	16,0	67,0	37,8	49,6	70,3	23,4	14,5	68,6

annexe 11 : taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5 à Badabala

	taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5 en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	87,7	99,7	97,9	95,3	99,7	93,4	99,9	99,9
écimé programme vulgarisé	91,7	99,3	95,1	92,9	100,0	91,0	99,7	99,7
écimé programme réduit	95,0	99,2	96,9	96,1	100,0	94,7	99,6	98,3
F modalités	2,42	0,09	4,47	0,47	1,92	0,19	0,22	1,02
Signification en %	20,4	91,2	9,6	65,8	26,1	83,6	81,5	44,1

annexe 12 : taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 à Badabala

	taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	98,9	99,0	92,6	87,9	98,2	83,5	99,9	99,4
écimé programme vulgarisé	100,0	99,7	91,3	75,0	99,7	78,9	98,3	100,0
écimé programme réduit	99,8	99,1	93,3	90,8	99,8	77,0	99,3	100,0
F modalités	2,87	0,75	0,41	4,19	4,13	0,50	4,67	0,74
Signification en %	16,9	53,1	69,3	10,5	10,7	64,4	9,1	53,6

annexe 13 : rendement en kg/ha à Badabala

	rendement en kg/ha							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	2058,2	2081,0	1416,7	2473,6	2327,7	1913,4	1777,1	1927,0
écimé programme vulgarisé	1959,6	1821,9	1496,4	2388,9	2400,9	1928,5	1789,0	2107,8
écimé programme réduit	1697,5	2062,0	1528,9	2944,4	2598,1	2160,9	1973,7	2294,8
F modalités	0,56	0,96	0,13	1,44	0,38	0,25	0,19	0,56
Signification en %	61,3	45,7	88,5	33,9	70,6	79,3	83,5	61,2

annexe 14 : infestations en chenilles carpophages à Niagansoni

	nombre pour 100 plants par observation							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	2,2	4,9	2,3	4,3	4,1	1,2	2,5	3,9
écimé programme vulgarisé	4,1	1,2	5,7	2,5	2,0	3,9	7,3	2,4
écimé programme réduit	3,5	1,4	5,4	1,6	2,0	2,0	5,9	4,5
F modalités	0,32	12,94	0,60	0,44	0,85	2,00	0,83	0,50
Signification en % transformation	74,5	2,0	59,4	67,2	49,4	25,0	50,3	64,5
			log (x+1)					

annexe 15 : abscissions provoquées par les chenilles carpophages à Niagansoni

	nombre pour 100 m ² par observation							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	12,3	13,7	9,6	6,8	16,0	8,8	17,0	18,3
écimé programme vulgarisé	15,7	9,1	13,3	13,9	9,8	20,8	23,5	9,0
écimé programme réduit	17,5	4,9	9,2	7,2	14,2	10,7	21,5	11,2
F modalités	1,50	8,90	0,33	2,79	4,05	1,36	0,27	0,92
Signification en % transformation	32,7	3,5	73,8	17,5	11,0	35,5	78,0	47,1
			log (x+1)					

annexe 16 : abscissions non provoquées par les chenilles carpophages à Niagansoni

	nombre pour 100 m ² par observation							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	58,9	89,3	78,1	71,0	101,5	50,0	85,4	92,6
écimé programme vulgarisé	73,4	44,2	87,0	76,0	57,5	74,4	114,5	67,6
écimé programme réduit	80,0	47,0	59,8	53,6	62,8	61,4	106,3	74,0
F modalités	1,36	43,35	1,10	0,72	31,97	1,06	0,87	0,66
Signification en %	35,4	0,3	41,7	54,2	0,5	42,8	48,7	56,7

annexe 17 : hauteur des cotonniers à la récolte à Niagansoni

	hauteur en cm							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	109,2	99,1	95,0	101,8	95,5	94,5	100,6	107,3
écimé programme vulgarisé	110,8	104,2	99,2	110,7	93,7	96,4	104,6	109,1
écimé programme réduit	107,2	105,1	96,2	105,4	95,5	96,4	102,3	106,7
F modalités	0,15	0,62	0,46	1,07	0,12	0,14	0,30	0,07
Signification en %	86,2	58,7	66,2	42,6	88,8	87,4	76,2	93,2

annexe 18 : nombre de branches végétatives par plant à la récolte à Niagansoni

	nombre de branches végétatives par plant							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	1,1	0,5	0,5	0,6	0,9	0,5	0,3	0,8
écimé programme vulgarisé	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,4	0,6	0,7
écimé programme réduit	1,0	0,7	0,5	0,4	0,6	0,8	0,5	0,7
F modalités	0,94	0,40	0,13	0,72	0,96	2,80	3,49	0,33
Signification en %	46,4	69,6	88,5	54,4	45,9	17,4	16,5	75,0

annexe 19 : n° du nœud de la première branche fructifère à Niagansoni

	n° du neoud de la première branche fructifère							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	5,8	5,3	5,6	5,4	5,5	5,1	5,3	5,8
écimé programme vulgarisé	5,8	5,8	6,0	5,7	5,7	5,3	5,5	5,5
écimé programme réduit	5,5	5,4	6,3	5,7	5,4	5,7	5,7	5,5
F modalités	0,34	1,45	0,66	5,38	0,69	4,08	5,25	1,00
Signification en %	73,5	33,7	56,9	7,4	55,7	10,9	10,5	50,0

annexe 20 : nombre de nœuds de la tige principale à Niagansoni

	nombre de nœuds de la tige principale							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	17,9	16,6	16,1	16,7	17,0	15,9	16,3	17,4
écimé programme vulgarisé	17,1	16,7	16,7	17,3	16,7	16,6	16,8	17,0
écimé programme réduit	17,0	16,7	16,2	16,9	16,8	16,2	16,4	17,1
F modalités	0,83	0,02	0,81	0,57	0,30	1,29	1,80	1,63
Signification en %	50,2	98,5	50,7	61,0	75,9	37,0	30,7	38,0

annexe 21 : nombre de capsules entièrement saines par plant à Niagansoni

	nombre de capsules entièrement saines par plant							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	15,5	13,3	13,5	11,7	14,3	12,3	10,9	12,8
écimé programme vulgarisé	14,1	13,2	13,6	15,5	12,7	12,8	13,6	9,6
écimé programme réduit	14,1	13,3	13,9	13,3	13,5	12,7	12,0	11,3
F modalités	0,32	0,01	0,09	1,64	1,06	0,06	1,84	4,84
Signification en %	74,3	98,9	91,4	30,2	42,9	94,7	30,1	17,2

annexe 22 : taux de capsules entièrement saines à Niagansoni (en %)

	taux de capsules entièrement saines en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	74,0	69,8	73,6	67,8	77,5	74,5	62,2	65,2
écimé programme vulgarisé	71,5	67,8	73,2	75,4	75,4	71,9	65,7	48,9
écimé programme réduit	68,3	67,3	78,4	71,5	79,4	72,3	61,3	55,2
F modalités	0,16	0,59	1,17	1,95	0,88	0,10	0,74	8,20
Signification en %	85,4	59,9	39,8	25,6	48,5	90,7	55,0	10,9

annexe 23 : taux de rétention global à Niagansoni

	taux de rétention global en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	64,0	64,2	65,1	60,5	65,2	60,2	61,0	60,9
écimé programme vulgarisé	66,1	64,7	63,5	66,5	59,0	61,9	68,9	65,8
écimé programme réduit	66,9	66,2	64,0	62,4	60,6	63,5	67,3	64,6
F modalités	0,28	0,39	0,73	1,28	3,80	1,17	3,63	111,27
Signification en %	76,9	70,0	53,7	37,3	11,9	39,9	15,8	0,7

annexe 24 : taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5 à Niagansoni

	taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5 en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	70,3	71,1	65,8	65,2	72,7	65,9	66,6	70,0
écimé programme vulgarisé	70,1	72,6	69,2	70,5	66,7	66,7	69,3	63,8
écimé programme réduit	73,1	77,0	65,0	71,3	64,7	68,4	76,8	75,0
F modalités	0,12	0,71	1,42	0,32	8,25	0,41	7,79	20,16
Signification en %	89,2	54,6	34,2	74,6	4,0	69,2	6,5	4,6

annexe 25 : taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 à Niagansoni

	taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 en %							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	65,0	70,1	62,2	64,2	73,2	63,0	63,3	66,3
écimé programme vulgarisé	72,6	67,5	63,6	71,1	63,9	67,2	77,6	70,0
écimé programme réduit	69,0	65,9	64,4	62,5	68,4	64,2	65,1	68,8
F modalités	1,44	0,68	0,38	1,72	4,01	12,21	3,34	2,35
Signification en %	33,9	56,0	70,6	28,9	11,1	2,2	17,3	29,9

annexe 26 : rendement en kg/ha à Niagansoni

	rendement en kg/ha							
	Champ 1	Champ 2	Champ 3	Champ 4	Champ 5	Champ 6	Champ 7	Champ 8
non écimé programme vulgarisé	1438,2	1163,1	3641,8	2986,3	2065,7	2925,0	3435,5	3140,0
écimé programme vulgarisé	1087,1	1327,4	3376,1	2904,0	2262,1	2764,5	3474,7	3685,1
écimé programme réduit	1323,1	1216,4	3407,3	2816,1	2283,9	2865,5	3448,4	3387,3
F modalités	1,79	0,60	0,23	0,65	1,27	0,17	0,02	1,11
Signification en %	27,9	59,6	80,8	57,1	37,5	85,2	98,4	41,5

INFLUENCE DE LA DATE DE RÉALISATION DE L'ÉCIMAGE DES COTONNIERS SUR LES EFFETS QU'IL PRODUIT AU MALI

1 Justification

Au cours de la campagne 2004 en milieu réel, tous les effets positifs d'un écimage raisonné des cotonniers n'ont pas été retrouvés. Une réalisation trop précoce de l'écimage pourrait en être la cause dans certaines situations. Mais cette hypothèse méritait d'être vérifiée.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été d'apprécier l'influence de dates d'écimage du cotonnier indépendantes du nombre de branches fructifères apparues sur ses effets. Le second objectif a été d'examiner le bien fondé de la règle actuelle qui fixe la date d'écimage à l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Un seul facteur a été étudié et comprenait 5 modalités données dans le tableau 1 :

Tableau 1 : modalités étudiées

modalité	Description
A	cotonniers non écimés
B	cotonniers écimés au 65 ^{ème} JAL
C	cotonniers écimés au 72 ^{ème} JAL
D	cotonniers écimés au 79 ^{ème} JAL
E	cotonniers écimés au 86 ^{ème} JAL

3.2 dispositif statistique

Un dispositif en blocs de Fisher à 6 répétitions a été adopté. La parcelle élémentaire était de 24 m² soit 3 lignes de 10 mètres. L'écimage des cotonniers pour les parcelles concernées a été pratiqué sur les 3 lignes.

3.3 conditions de culture

Toutes les pratiques culturales (date de semis, fertilisation minérale, entretien contre l'enherbement, protection phytosanitaire et densité de plantation) ont été celles recommandées au Développement. En annexe 1 sont données les dates des principales opérations culturales.

3.4 observations

Les observations réalisées ont porté sur : le suivi de l'apparition des branches fructifères, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

4 Résultats

Formation des branches fructifères

La figure 1 présente l'évolution moyenne de l'apparition des branches fructifères sur la tige principale pour l'ensemble des parcelles de l'étude. Le premier écimage a donc été opéré lorsque les cotonniers n'avaient pas encore formé 10 branches fructifères, le second lorsqu'ils en avaient formé 11, le troisième peu après l'apparition de la 13^{ième} branche fructifère et le quatrième pratiquement à l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère.

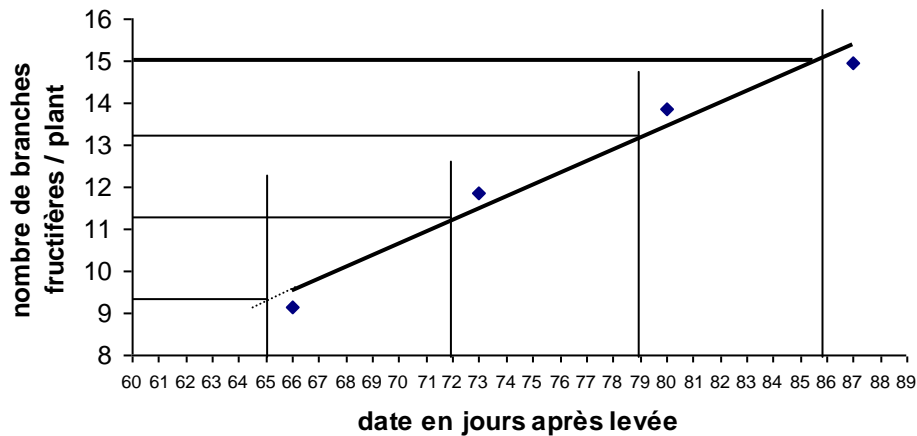


Figure 1 : évolution moyenne de l'apparition des branches fructifères sur la tige principale des cotonniers

Développement des cotonniers à la récolte

On observe fort logiquement une influence des modalités étudiées sur la taille des cotonniers puisque certains ont été écimés (Tableau 2). Par contre la signification n'est pas atteinte à 5% lorsque l'on considère le nombre de nœuds formés sur la tige principale (Tableau 2). Pour toutes les autres caractéristiques les modalités ne diffèrent pas entre elles (Tableau 2).

Tableau 2 : effets des modalités étudiées sur les caractéristiques de développement des plants à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de nœuds de la tige principale	numéro du nœud de la première branche fructifère
non écimé	99,1 a	2,2	18,4	5,9
écimé au 65 ^{ième} JAL	78,6 c	2,5	16,6	5,7
écimé au 72 ^{ième} JAL	86,6 bc	2,2	17,0	6,2
écimé au 79 ^{ième} JAL	85,2 bc	1,9	16,7	5,8
écimé au 86 ^{ième} JAL	93,0 ab	2,4	17,5	5,7
F modalité	5,62	0,37	2,33	0,84
signification en %	0,3	83,2	9,0	51,6

Caractéristiques de la production à l'échelle des plants

Qu'il s'agisse du nombre de capsules entièrement saines par plant, du taux de capsules entièrement saines ou des rétentions d'organes fructifères sur les premières positions des branches fructifères aucune différence n'a été mise en évidence entre les modalités de l'étude (Tableau 3).

Tableau 3 : effet des modalités étudiées sur les caractéristiques de la production à l'échelle de plant

	nombre de capsules entièrement saines par plant	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères apparus sur		
			l'ensemble des branches fructifères	les premières positions des branches fructifères	
				1 à 5	6 à 10
non écimé	7,2	87,6	31,1	72,6	44,0
écimé au 65 ^{ème} JAL	7,0	87,3	31,4	66,3	44,8
écimé au 72 ^{ème} JAL	7,3	87,9	32,8	68,5	42,9
écimé au 79 ^{ème} JAL	6,7	88,9	30,9	64,1	44,7
écimé au 86 ^{ème} JAL	7,9	86,2	32,4	64,6	47,6
F modalité	0,25	0,16	0,22	1,05	0,09
signification en % transformation	90,3	95,6	92,5	40,5	98,1
				arcsin√p	

Rendement et densité de plantation

Les densités de plantation ont été très variables au sein de cette étude : de 3,4 à 7,3 plants / m² selon les parcelles. Il y a, à l'exception de la deuxième modalité où les cotonniers sont écimés au 65^{ème} JAL, une très bonne liaison entre la densité de plantation et le rendement en coton graine (Figure 2).

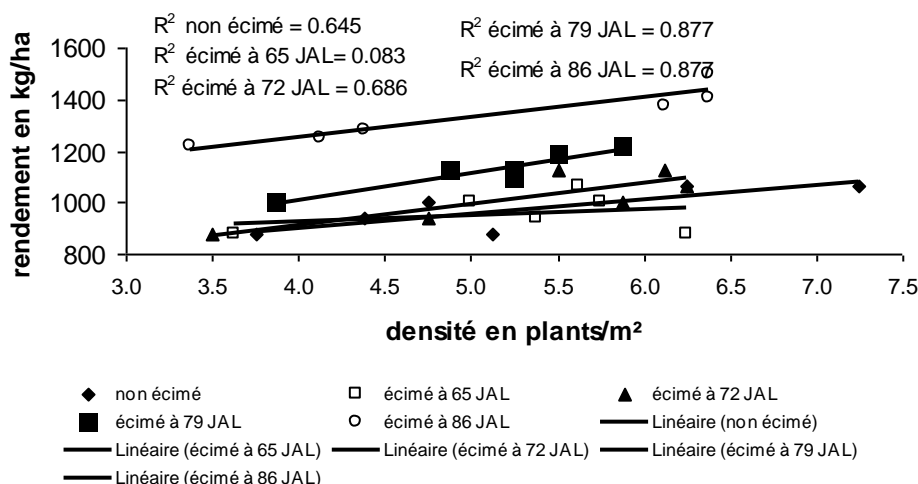


Figure 2 : liaison entre densité de plantation et rendement en kg/ha pour chaque modalité de l'étude

Si en moyenne aucune différence n'est apparue entre les modalités de ces études dans les densités de plantation observées à la récolte, des différences significatives sont par contre notées dans les performances de production (Tableau 4). Toutes les parcelles écimées ont produit en moyenne autant que les parcelles non écimées et celles écimées aux deux dates les plus tardives ont significativement produit plus, les meilleurs résultats étant obtenus par les parcelles écimées au 86^{ème} JAL.

Tableau 4 : effets des modalités étudiées sur les productions et les densités de plantation

	rendement en kg/ha	densité en plants / m ²
non écimé	968,8 c	5,3
écimé au 65 ^{ème} JAL	958,3 c	5,3
écimé au 72 ^{ème} JAL	1020,8 c	5,3
écimé au 79 ^{ème} JAL	1125,0 b	5,1
écimé au 86 ^{ème} JAL	1338,5 a	5,1
F modalité	31,28	0,17
signification en %	0,0	95,0

L'existence d'un lien entre densité de plantation et rendement en coton graine pour presque toutes les modalités, nous oblige à considérer les productions par plant. Compte tenu de leur représentativité au niveau de la production (> 85 % des capsules produites) nous avons retenu les productions de capsules entièrement saines par plant et nous avons exprimé par répétition les résultats obtenus dans les parcelles où les cotonniers avaient été écimés par rapport à ceux de la parcelle où les cotonniers n'ont pas été écimés. Lorsque que l'on examine les variations de ces ratios en fonction des taux de rétention à la récolte des organes fructifères situés en première position de branche fructifère (Figures 3 à 5) on note surtout une bonne liaison avec ceux concernant les branches 6 à 10 (Figure 4) ou 1 à 10 (Figure 5).

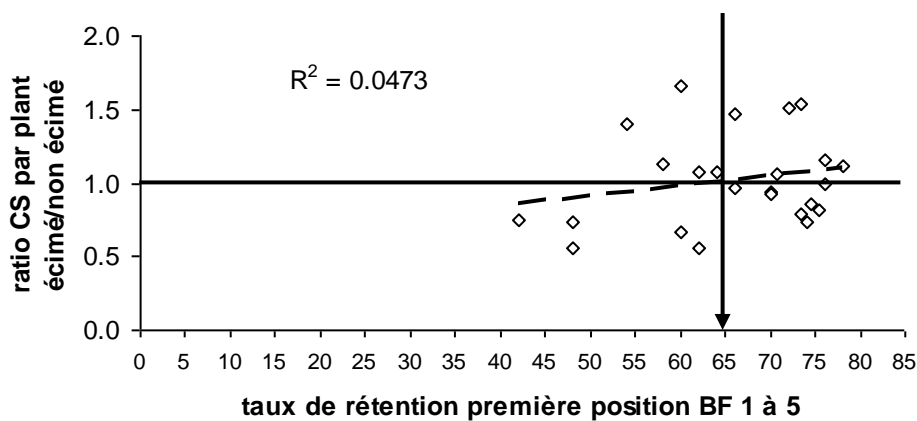


Figure 3 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5

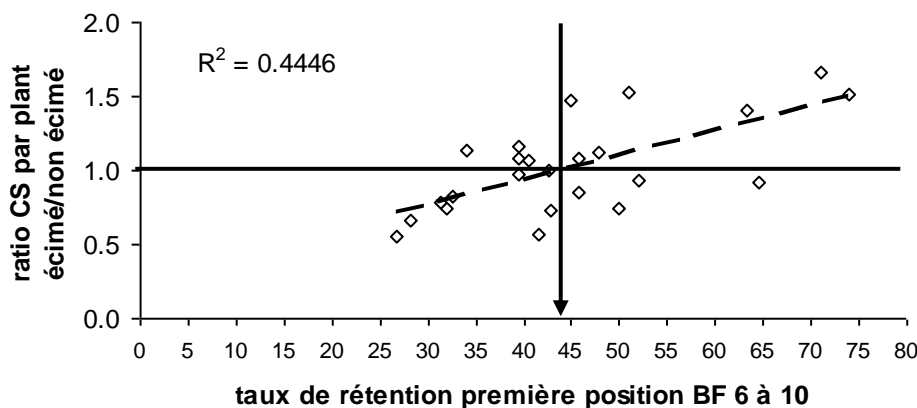


Figure 4 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10

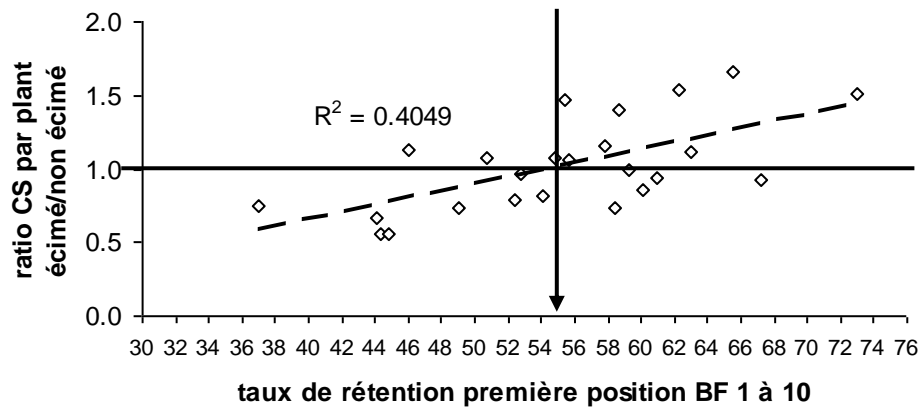


Figure 5 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 10

Il semble donc que les performances des cotonniers écimés sont en moyenne plus souvent voisines ou supérieures à celles des cotonniers non écimés lorsque les taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère sont à la récolte pour les cinq premières branches fructifères supérieurs à 65 %, pour les cinq suivantes supérieurs à 44 % et pour les 10 premières branches fructifères supérieurs à 55 %. Ces seuils pourraient alors être utilisés au moment de l'écimage pour décider ou non de la réalisation de cette pratique sachant que s'ils n'étaient pas atteints à ce moment là les performances des cotonniers écimés ont moins de chance d'égaliser ou de dépasser celles de cotonniers non écimés.

5 Conclusions et discussion

Les résultats de cette étude confirment la nécessité d'attendre l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère avant de pratiquer un écimage des cotonniers puisque des pertes significatives de production sont enregistrées pour des pratiques plus précoces. Cependant les résultats de l'écimage semblent également dépendants des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des dix premières branches fructifères : meilleurs seront ces taux (dans cette étude > 55 %) meilleures seront les performances d'un écimage. Ces deux critères peuvent constituer deux règles pour décider ou non de la pratique d'un écimage. Elles pourraient alors être validées dans de futures expérimentations.

annexe 1 : opérations culturales

		date de réalisation
piquetage		10-juin
semis		20-juin
re-semis		27-juin
sarclage	1	6-juil.
sarclage	2	22-juil.
sarclage	3	4-août
désherbage	4	9-sept.
démariage		4-juil.
apport engrais complet		1-juil.
apport urée		16-juil.
buttage		6-août
traitement	1	6-août
traitement	2	20-août
traitement	3	3-sept.
traitement	4	17-sept.
traitement	5	1-oct.
traitement	6	15-oct.

INFLUENCE DE LA DENSITÉ DE PLANTATION SUR LES EFFETS D'UN ÉCIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI

1 Justification

Au cours de la campagne 2004, les études en milieu réel et en milieu contrôlé n'ont pas permis de retrouver tous les effets positifs d'un écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne. Les faibles densités de plantation obtenues dans ces études ($< 5,5$ plants / m^2 en milieu réel et $< 3,5$ plants / m^2 en milieu contrôlé) sont apparues comme pouvant être responsables de ces résultats.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été donc d'apprécier l'influence de la densité de plantation sur l'expression des avantages d'un écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne. Le second objectif a été de préciser les plages de densités permettant l'expression de ces avantages.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Trois facteurs ont été étudiés : la densité de plantation avec 4 modalités (Tableau 1), la conduite de la culture relativement à l'écimage avec deux modalités (normal = cotonniers non écimés et écimé = cotonniers écimés dès l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère) et la protection phytosanitaire de la culture (PV = protection phytosanitaire vulgarisée et PVA = protection arrêtée avant le 90^{ème} JAL).

Tableau 1 : densités étudiées

	modalité	plants/ m^2	inter rang en m	inter poquet en m	plants/poquet
densité de plantation	A	2,1	0,8	0,6	1
	B	4,2	0,8	0,3	1
	C	8,3	0,8	0,3	2
	D	16,7	0,4	0,3	2

La protection phytosanitaire PV comprenait 6 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ème} JAL et la protection phytosanitaire PVA 4 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ème} JAL.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif split plot factoriel à 6 répétitions a été adopté, le premier facteur étant la protection de la culture. La parcelle élémentaire étaient de 48 m^2 soit : 6 lignes de 10 mètres pour les trois premières densités de plantation (A, B et C) et 12 lignes de 10 mètres la densité de plantation D. L'écimage des cotonniers pour les parcelles concernées a été pratiqué sur les 6 lignes des parcelles des trois premières densités de plantation (A, B et C) et sur les 12 lignes des parcelles semées à la densité de plantation D.

3.3 conditions de culture

En dehors de la densité de plantation, de l'écimage et de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement et fertilisation minérale) ont été celles recommandées au Développement (annexe 1). Le semis a été réalisé le 21 juin sur la sous-station de Farako.

3.4 observations

Les observations réalisées ont porté sur : le suivi de l'apparition des branches fructifères, la dynamique des infestations de chenilles carpophages, les abscissions d'organes fructifères, l'évolution des critères NAWF et niveau de floraison, les charges capsulaires des cotonniers à différentes dates, les taux de rétention des organes fructifères au 90^{ième} JAL, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

4 Résultats

Dénombrement des branches fructifères

Les dénombrements de branches fructifères n'ont été réalisés qu'au niveau des parcelles dont les cotonniers devaient être écimées. Comme le montrent les tableaux 2 a et 2 b et les figures 1 et 2, aucun effet des programmes de protection ou des densités de plantation n'est perceptible sur l'apparition des branches fructifères sur la tige principale des cotonniers.

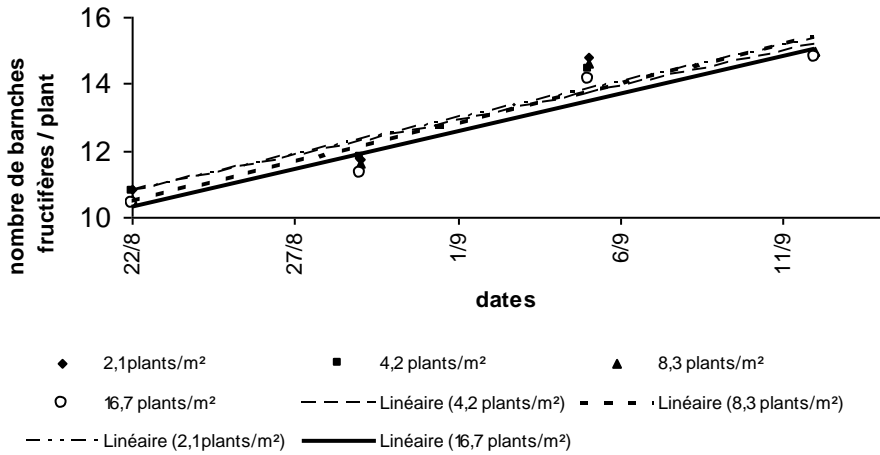


Figure 1 : évolution de la formation des branches fructifères en fonction des densités de plantation

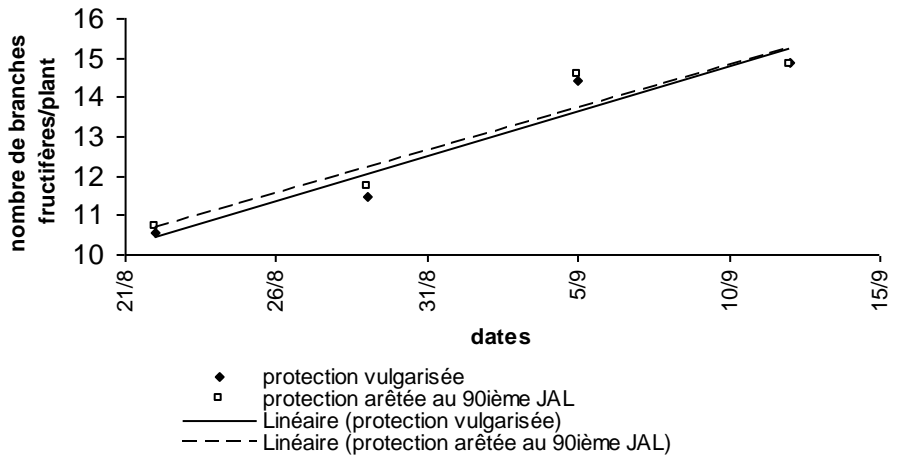


Figure 2 : évolution de la formation des branches fructifères en fonction des programmes de protection

Tableau 2 a : effets des facteurs étudiés sur la formation des branches fructifères de cotonniers

	nombre de branches fructifères à différentes dates		
	22/8	29/8	5/9
PV	10,6	11,5	14,4
PVA	10,7	11,7	14,6
F protection	1,27	0,82	0,39
signification en %	31,3	41,1	56,4
D1	10,8	11,7	14,8
D2	10,8	11,8	14,4
D3	10,5	11,6	14,6
D4	10,4	11,3	14,1
F densité	0,96	1,29	2,70
signification en %	42,4	29,6	6,3

Tableau 2 b : effets des combinaisons de facteurs étudiés sur la formation des branches fructifères des cotonniers

	nombre de branches fructifères à différentes dates		
	22/8	29/8	5/9
protection vulgarisée D1	10,6	11,5	14,6
protection vulgarisée D2	10,7	11,6	14,4
protection vulgarisée D3	10,4	11,7	14,6
protection vulgarisée D4	10,6	11,3	14,1
protection réduite D1	11,0	12,0	15,1
protection réduite D2	10,9	12,0	14,5
protection réduite D3	10,7	11,6	14,6
protection réduite D4	10,3	11,3	14,1
F interaction protection densité	0,56	0,51	0,48
signification en %	64,7	68,0	69,9

Les écimages de cotonniers ont été réalisés le 6 septembre pour 62,5 % des parcelles concernées et le 13 septembre pour les autres.

Taux de rétention des organes fructifères au moment de l'écimage

Au moment de l'écimage les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère sont relativement satisfaisants (en général > 80 %). Seule l'augmentation de la densité de plantation révèle de manière significative un effet négatif sur ces taux de rétention mais surtout lorsqu'elle atteint 16,7 plants/m² (Tableau 3). Aucune interaction entre les facteurs étudiés n'est apparue significative (Tableau 4).

Tableau 3 : effets de facteurs étudiés sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère au moment de l'écimage

	taux de rétention (en %) des organes fructifères situés en première position de branches fructifères		
	1 à 5	6 à 10	11 à 15
PV	82,6	86,5	95,1
PVA	82,5	88,7	96,5
F protection	0,00	2,25	2,09
signification en %	95,9	19,3	20,7
D1	86,0 a	91,9 a	96,7
D2	87,1 a	87,7 a	96,9
D3	85,5 a	90,0 a	95,3
D4	69,9 b	79,6 b	94,1
F densité	17,09	11,69	0,94
signification en %	0,0	0,0	42,6
non écimé	83,6	87,9	95,8
écimé	81,5	87,4	95,9
F écimage	1,34	0,10	0,01
signification écimage en %	25,0	75,3	93,8
transformation	arcsin√p		

Tableau 4 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère au moment de l'écimage

	taux de rétention (en %) des organes fructifères situés en première position de branches fructifères		
	1 à 5	6 à 10	11 à 15
F protection x densité	0,86	0,20	0,43
signification en %	46,8	89,4	73,9
F protection x écimage	0,78	0,15	1,53
signification en %	38,4	70,2	21,8
F densité x écimage	0,28	0,29	0,08
signification en %	84,1	83,5	97,2
F protection x densité x écimage	1,87	1,57	1,54
signification en %	14,1	20,4	21,1
transformation	arcsin√p		

Niveau de floraison et NAWF

L'évolution des niveaux de floraison montre des valeurs significativement plus faibles lorsque les densités de plantation sont de 16,7 plants/m² au 22 août, soit au 62^{ième} jour après la levée (Tableau 5). Mais cette tendance n'est plus observée 20 jours plus tard le 11 septembre soit au 82^{ième} jour après la levée, l'interaction significative entre densité de plantation et protection phytosanitaire (Tableau 6) étant d'interprétation difficile (Tableau 7).

Tableau 5 : effets des facteurs étudiés sur les niveaux de floraison des cotonniers à deux dates

	niveau de floraison à différentes dates	
	22/8	11/9
PV	7,0	12,2
PVA	7,1	12,2
F protection	0,11	0,00
signification en %	74,7	98,8
D1	7,2 a	12,0
D2	7,0 ab	12,1
D3	7,1 ab	12,6
D4	6,8 b	12,3
F densité	3,43	1,40
signification en %	2,1	24,8
non écimé	7,1	12,1
Ecimé	7,0	12,3
F écimage	2,43	1,13
signification écimage en %	12,0	29,3

Tableau 6 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les niveaux de floraison des cotonniers à deux dates

	niveau de floraison à différentes dates	
	22/8	11/9
F protection x densité	0,81	2,87
signification en %	49,5	4,2
F protection x écimage	0,01	0,18
signification en %	94,1	67,7
F densité x écimage	0,51	0,74
signification en %	68,4	53,6
F protection x densité x écimage	0,57	1,05
signification en %	64,1	37,8

Tableau 7 : interprétation de l'interaction significative entre protection et densité de plantation sur les niveaux de floraison des cotonniers au 11 septembre

	niveau de floraison au 11/9	classement	
		par niveau de protection	global
protection vulgarisée D1	11,7	a	a
protection vulgarisée D2	12,4	a	a
protection vulgarisée D3	12,3	a	a
protection vulgarisée D4	12,6	a	a
protection réduite D1	12,3	a	a
protection réduite D2	11,9	a	a
protection réduite D3	12,9	a	a
protection réduite D4	11,9	a	a

Dans l'évolution du critère NAWF (Figure 3) on observe de manière significative des valeurs plus faibles lorsque la densité de plantation augmente (Tableau 8). Aucune interaction n'est significative (Tableau 9).

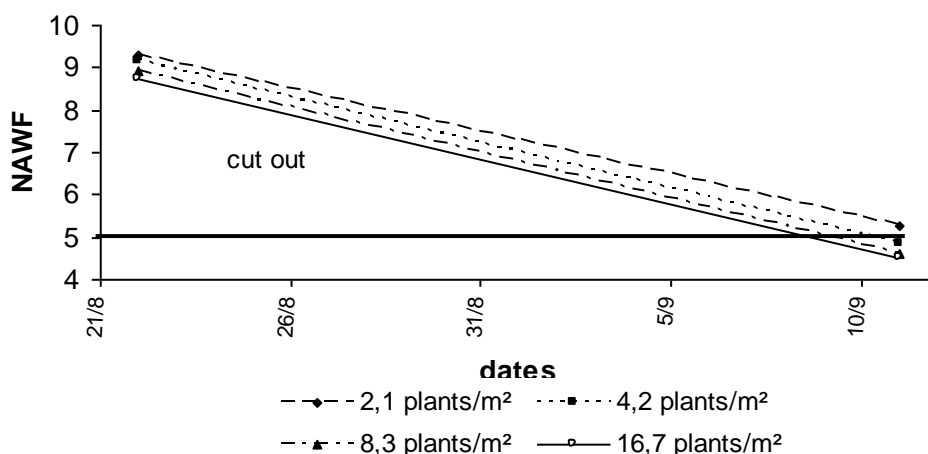


Figure 3 : évolution du critère NAWF lorsque la densité de plantation augmente quelle que soit la protection assurée et la pratique ou non d'un écimage

Tableau 8 : effets des facteurs étudiés sur les critères NAWF des cotonniers à deux dates

	NAWF à différentes dates	
	22/8	11/9
PV	9,0	4,8
PVA	9,0	4,8
F protection	0,07	0,10
signification en %	79,7	76,6
D1	9,3 a	5,3 a
D2	9,1 ab	4,8 ab
D3	8,9 bc	4,6 b
D4	8,7 a	4,5 b
F densité	7,19	4,55
signification en %	0,0	0,6
non écimé	9,0	5,0 a
écimé	9,0	4,6 b
F écimage	0,00	5,97
signification écimage en %	96,9	1,6

Tableau 9 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur le critère NAWF des cotonniers à deux dates

	NAWF à différentes dates	
	22/8	11/9
F protection x densité	0,53	0,43
signification en %	66,5	73,8
F protection x écimage	2,99	1,04
signification en %	8,5	31,3
F densité x écimage	1,25	0,72
signification en %	29,9	54,7
F protection x densité x écimage	0,43	0,44
signification en %	73,9	73,1

L'effet significatif de l'écimage sur les valeurs du critère NAWF au 11 septembre est probablement dû à la réalisation de cette pratique sur 62,5 % des parcelles le 6 septembre. Le « cut out » (moment où les cotonniers arrêtent leur cycle productif : NAWF = 5) se situe dans cette étude aux alentours du 10 septembre (Figure 3).

Les infestations de chenilles carpophages

Le complexe des chenilles carpophages a toujours été dominé par *H. armigera* dans cette étude, la seconde espèce la plus présente étant *Earias* sp (Figure 4). Les infestations sans être très élevées n'ont pas été négligeables au moment des trois pics observés mi septembre, fin septembre et mi octobre (Figure 5).

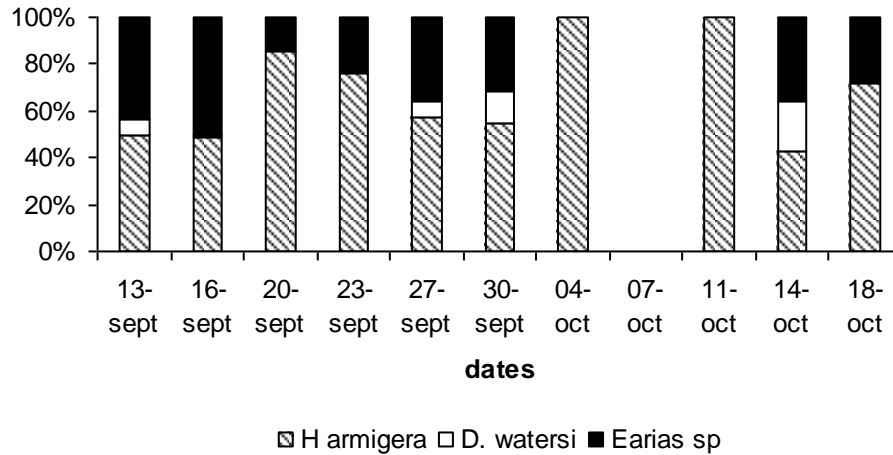


Figure 4 : évolution de l'importance relative de chaque espèce carpophages au cours de la campagne

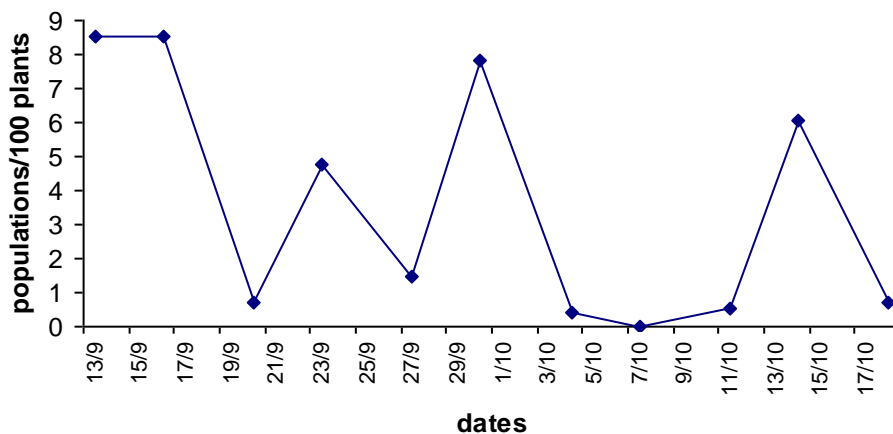


Figure 5 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages

Le seul effet significatif apparu dans les analyses statistiques des infestations de chenilles carpophages (Tableau 10) est celui de l'écimage qui les réduit quel que soit le niveau des deux autres facteurs étudiés (Figures 6 à 8). Aucune interaction n'est significative (Tableau 11).

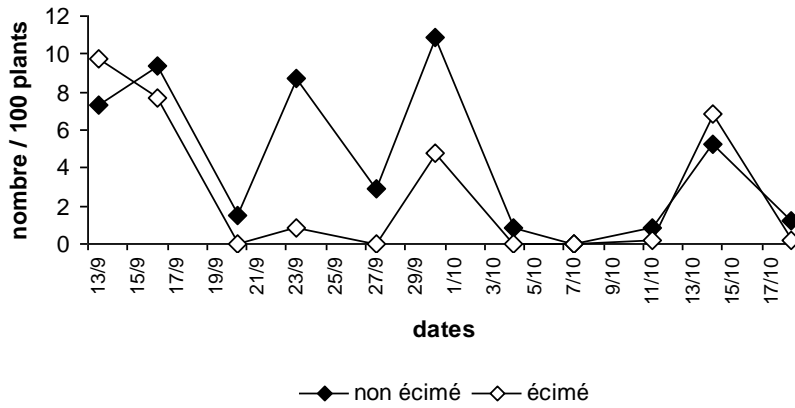


Figure 6 : effet moyen de l'écimage des cotonniers sur les infestations de chenilles carpophages tous niveaux des autres facteurs confondus

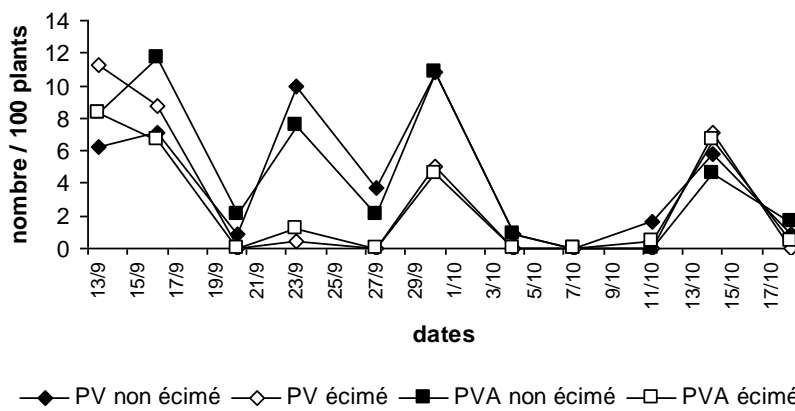


Figure 7 : effet moyen de l'écimage des cotonniers sur les infestations de chenilles carpophages en fonction des programmes de protection toutes densités de plantation confondues

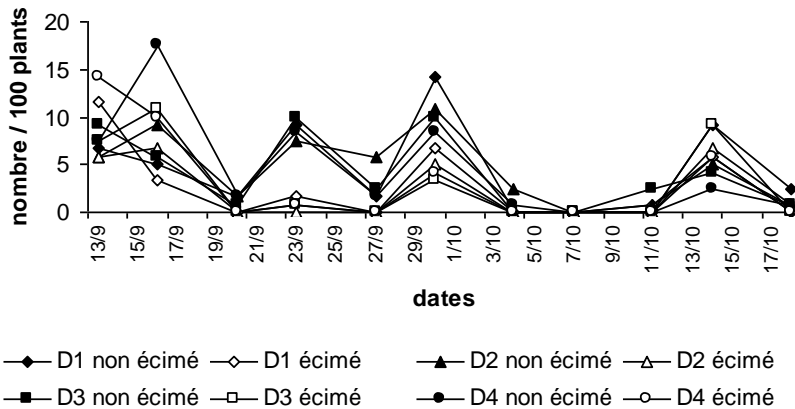


Figure 8 : effet moyen de l'écimage des cotonniers sur les infestations de chenilles carpophages en fonction des densités de plantation tous programme de protection confondus

Tableau 10 : effets des facteurs étudiés sur les infestations de chenilles carpophages

	cumul du nombre de chenilles carpophages pour 100 plants
PV	40,2
PVA	39,0
F protection	0,29
signification en %	61,4
D1	40,0
D2	37,5
D3	38,8
D4	42,1
F densité	0,15
signification en %	92,7
non écimé	48,8 b
écimé	30,4 a
F écimage	13,43
signification écimage en %	0,1

Tableau 11 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les infestations de chenilles carpophages

	cumul du nombre de chenilles carpophages pour 100 plants
F protection x densité	2,33
signification en %	8,0
F protection x écimage	0,34
signification en %	56,9
F densité x écimage	0,27
signification en %	84,6
F protection x densité x écimage	0,58
signification en %	63,7

Abscission d'organes fructifères

Dans l'analyse des cumuls des organes fructifères tombés et troués pour 100 m² (Tableau 12), seul l'effet de la densité de plantation est significatif mais en défaveur de la plus forte densité de plantation. Ce désavantage de la plus forte densité de plantation s'observe tout au long de la campagne (Figure 9).

Tableau 12 : effets des facteurs étudiés sur les abscissions cumulées d'organes fructifères

	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et troués pour 100 m ²	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et non troués pour 100 m ²
PV	300,3	2171.6
PVA	297,4	2141.7
F protection	0,02	0.35
signification en %	88,9	58.4
D1	210,9 a	1577.6 a
D2	228,6 a	1623.4 a
D3	225,5 a	1805.7 a
D4	530,2 b	3619.8 b
F densité	46,11	126.67
signification en %	0,0	0.0
non écimé	314,3	2149.7
écimé	283,3	2163.5
F écimage	1,86	0.03
signification écimage en %	17,4	86.9

Au regard de l'évolution des importances hebdomadaires de ces abscissions dues aux ravageurs carpophages, un effet positif de l'écimage des cotonniers semble apparaître (Figure 10). Mais cet effet n'est significatif qu'au cours de la semaine allant du 20 au 26 septembre (Tableau 13). Aucune interaction significative n'est apparue entre les facteurs étudiés (Tableaux 14 et 15), exception faite de celle d'ordre 3 pour les résultats des abscissions dues aux chenilles carpophages au cours de la dernière semaine qui met surtout en évidence des valeurs plus élevées lorsque le programme de protection est réduit (Tableau 16).

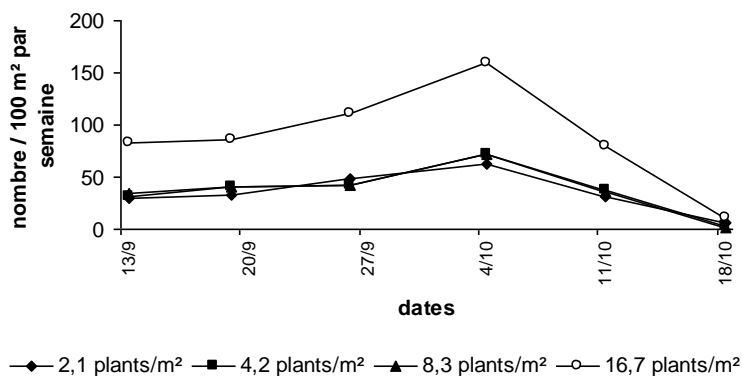


Figure 9 : évolution de l'importance des abscissions hebdomadaires provoquées par les chenilles carpophages en fonction des densités de plantation toutes modalités des autres facteurs confondus

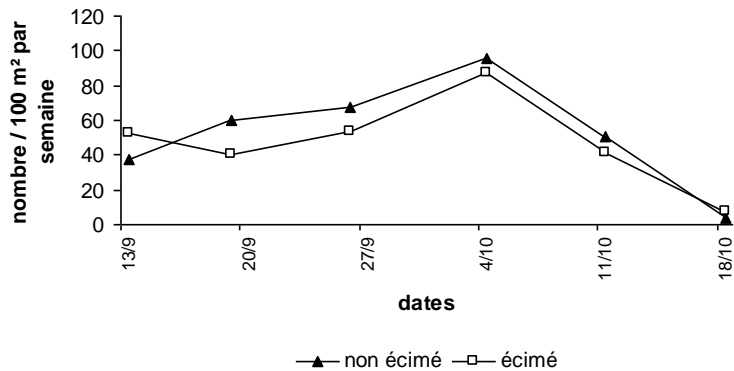


Figure 10 : évolution de l'importance des abscissions hebdomadaires provoquées par les chenilles carpophages en fonction ou non de l'écimage des cotonniers quel que soit le niveau des deux autres facteurs

Tableau 13 : effets des facteurs étudiés sur les abscissions hebdomadaires d'organes fructifères dues aux chenilles carpophages

	nombre d'organes fructifères tombés et troués pour 100 m² et par semaine commençant le					
	13/9	20/9	27/9	4/10	11/10	18/10
PV	33,3	37,4	46,3	89,8	31,8	1,2
PVA	30,5	41,0	50,8	71,3	37,4	1,2
F protection	0,24	0,31	0,16	1,49	0,90	0,00
signification en %	64,9	60,7	70,2	27,7	38,8	95,0
D1	22,1 a	25,3 a	39,5 a	54,8 a	22,9 a	1,6 ab
D2	25,2 a	34,8 a	33,2 a	66,3 a	30,1 a	1,0 ab
D3	22,4 a	34,1 a	35,9 a	64,3 a	26,9 a	0,2 a
D4	65,7 b	68,2 b	96,3 b	150,4 b	64,6 b	2,5 b
F densité	5,09	4,91	8,52	15,33	10,27	2,86
signification en %	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	4,2
non écimé	25,7	47,6 b	54,6	82,0	38,6	0,7
écimé	38,7	31,5 a	42,8	78,6	30,7	1,8
F écimage	2,45	4,19	1,68	0,11	2,18	3,06
signification écimage en %	11,8	4,2	19,7	73,6	14,1	8,1
transformation	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\log(x+1)$

Tableau 14 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les abscissions cumulées pour 100 m² d'organes fructifères sur l'ensemble de la campagne

	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et troués pour 100 m²	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et non troués pour 100 m²
F protection x densité	0,34	1,03
signification en %	79,7	38,4
F protection x écimage	0,40	0,49
signification en %	53,8	49,5
F densité x écimage	0,50	0,54
signification en %	68,9	66,3
F protection x densité x écimage	0,31	1,50
signification en %	82,3	22,0

Tableau 15 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les abscissions hebdomadaires d'organes fructifères provoquées par des chenilles carpophages pour 100 m² tout au long de la campagne

	nombre d'organes fructifères tombés et troués pour 100 m ² et par semaine commençant le					
	13/9	20/9	27/9	4/10	11/10	18/10
F protection x densité	1,40	1,00	0,78	0,57	1,02	0,48
signification en %	25,0	40,1	51,0	64,1	38,9	70,0
F protection x écimage	0,00	1,22	0,11	0,03	0,76	0,85
signification en %	99,0	27,2	73,8	85,3	39,1	36,1
F densité x écimage	0,27	1,49	0,26	0,39	1,75	0,49
Signification en %	84,6	22,4	85,5	76,2	16,4	69,5
F protection x densité x écimage	0,50	0,24	0,27	0,45	0,38	4,06
signification en %	68,6	87,2	84,6	72,4	76,9	1,0
transformation	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\sqrt{x+1}$	$\log(x+1)$

Tableau 16 : interaction significative entre programmes de protection, densités de plantation et écimage au 18 octobre sur les abscissions provoquées par les chenilles carpophages

	nombre d'organes fructifères tombés et troués pour 100 m ² pour la semaine commençant le 18/10		
	valeurs	par	global
		programme	
PV D1 non écimé	1,4	a	ab
PV D1 écimé	1,4	a	ab
PV D2 non écimé	0,5	a	ab
PV D2 écimé	0,7	a	ab
PV D3 non écimé	0,5	a	ab
PV D3 écimé	0,5	a	ab
PV D4 non écimé	0,0	a	a
PV D4 écimé	14,1	b	b
PVA D1 non écimé	0,8	a	ab
PVA D1 écimé	3,6	a	ab
PVA D2 non écimé	0,5	a	ab
PVA D2 écimé	2,7	a	ab
PVA D3 non écimé	0,0	a	a
PVA D3 écimé	0,0	a	a
PVA D4 non écimé	4,1	a	ab
PVA D4 écimé	1,1	a	ab

Au niveau des abscissions d'organes fructifères non dues aux chenilles carpophages seul un effet significatif des densités de plantation est mis en évidence (Tableau 12), isolant uniquement la plus forte densité de plantation pour ses valeurs plus élevées. Aucune interaction entre les facteurs étudiés n'est significative (Tableau 14).

Dénombrement de capsules non sujettes à l'abscission

A l'exception d'un effet positif significatif de l'écimage au 72^{ième} jour après semis (Tableau 17 et Figure 11), le seul effet significatif constant sur les charges en capsules des cotonniers est celui de la densité de plantation (Tableau 17) : plus la densité de plantation augmente moins les cotonniers portent de capsules quelle que soit la date de l'observation comme le montre la figure 12. Aucun effet significatif des programmes de protection n'est révélé (Figure 13) et aucune interaction entre les facteurs étudiés n'est pas significative (Tableau 18).

Tableau 17 : effets des facteurs étudiés sur les charges en capsules de 10 cotonniers

	nombre de capsules pour 10 cotonniers à différentes dates en jours après semis				
	72	82	92	102	112
PV	4,6	50,2	72,2	94,2	99,5
PVA	4,8	49,3	66,8	93,9	96,2
F protection	0,03	0,05	1,54	0,01	0,20
signification en %	85,7	83,2	27,0	93,4	67,3
D1	8,1 a	62,0 a	82,3 a	132,5 a	144,5 a
D2	5,9 ab	56,5 a	77,5 a	104,0 b	111,5 b
D3	3,5 bc	47,3 b	66,2 ab	81,6 c	83,6 c
D4	1,2 c	33,4 c	51,8 b	58,0 d	51,9 d
F densité	11,28	19,76	6,98	45,62	62,27
signification en %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
non écimé	3,7 b	49,5	65,1	93,3	97,0
écimé	5,6 a	50,1	73,9	94,8	98,8
F écimage	4,50	0,05	2,96	0,10	0,13
signification écimage en %	3,5	82,5	8,6	74,9	72,2

Tableau 18 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les charges en capsules de 10 cotonniers

	nombre de capsules pour 10 cotonniers à différentes dates en jours après semis				
	72	82	92	102	112
F protection x densité	1,97	1,06	0,59	1,04	0,10
signification en %	12,4	37,2	63,0	38,4	95,7
F protection x écimage	0,38	0,38	0,04	0,03	0,18
signification en %	54,9	54,7	83,4	86,9	67,6
F densité x écimage	0,91	0,23	0,13	0,13	0,17
Signification en %	44,4	87,5	93,9	94,2	91,4
F protection x densité x écimage	0,62	0,74	0,48	2,41	2,35
Signification en %	60,8	53,8	69,9	7,3	7,9

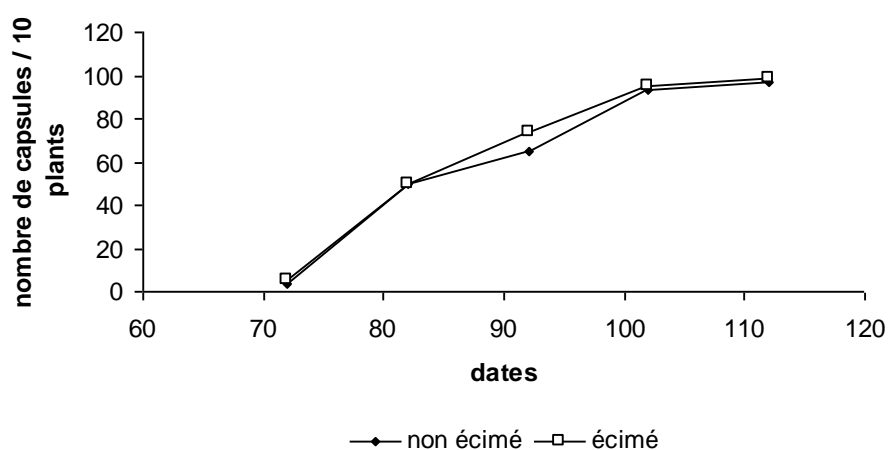


Figure 11 : évolution des charges en capsules de cotonniers en fonction de la pratique ou non de l'écimage toutes modalités des autres facteurs confondus

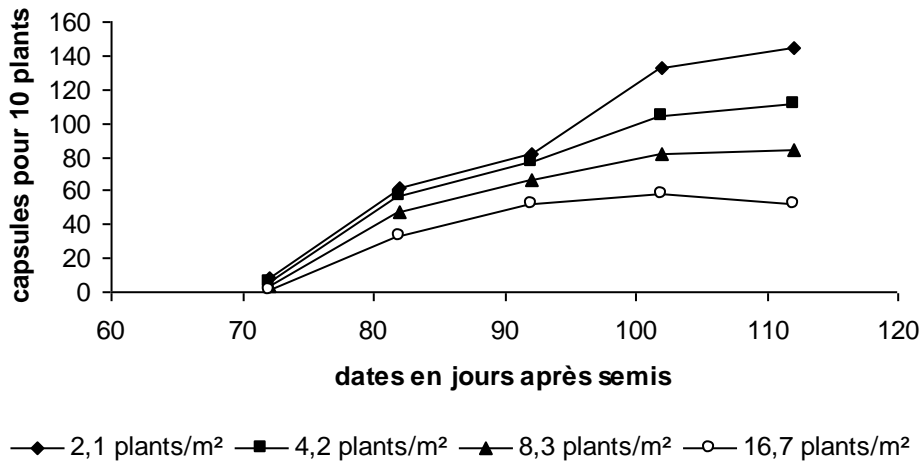


Figure 12 : évolution des charges en capsules de cotonniers en fonction de la densité de plantation toutes modalités des autres facteurs confondus

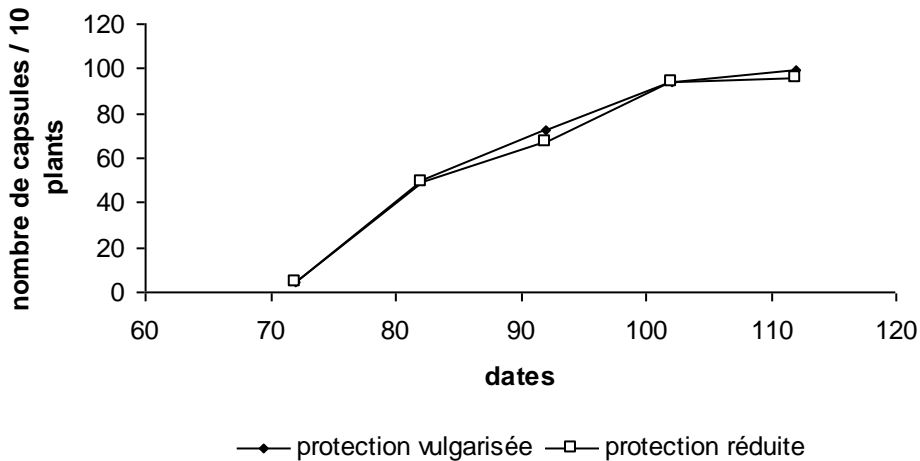


Figure 13 : évolution des charges en capsules de cotonniers en fonction des programmes de protection toutes modalités des autres facteurs confondus

Dans la figure 12 on remarquera qu'avec la plus forte densité il n'y a plus d'évolution de la charge en capsules des cotonniers à partir du 92^{ième} jour après le semis. L'évolution de la charge en capsules des cotonniers à partir du 92^{ième} jour après le semis est encore très faible avec la densité de plantation recommandée mais elle est sensible pour les deux plus faibles densités de plantation avec toutefois une augmentation faible entre le 102^{ième} et le 112^{ième} jour après semis.

Sans présager des résultats de production ces dénombrements de capsules montrent qu'en respectant les ratios entre les densités de plantation (1, 2, 4, 8) le classement des densités serait inversé si on ramenait les dénombrements de capsules à une unité de surface.

Développement des cotonniers observé à la récolte

On retrouve dans les caractéristiques de développement des plants à la récolte les effets attendus de certains facteurs à savoir : une diminution de la taille des cotonniers et du nombre de nœuds formés sur la tige principale à la suite de l'écimage et un nombre de branches végétatives par plant diminuant avec l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 19). L'effet inattendu de l'écimage sur le numéro du nœud de la première branche fructifère pourrait être du à la fragilité du maintien de la première branche fructifère (avortement) dans des conditions normales de conduite de la culture

mais l'effet des programmes de protection sur le nombre de nœuds de la tige principale reste sans explication. Aucune interaction significative entre les facteurs étudiés n'est mise en évidence sur ces caractéristiques de développement (Tableau 20).

Tableau 19 : effets des facteurs étudiés sur le développement des cotonniers observé à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de nœuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
PV	88,5	1,7	19,4 b	5,7
PVA	88,5	1,8	19,9 a	5,9
F protection	0,00	0,20	15,62	0,14
signification en %	98,5	67,5	1,1	72,6
D1	87,5	2,1 a	19,9	5,7
D2	84,5	1,8 ab	19,6	5,8
D3	90,8	1,7 ab	19,8	5,9
D4	91,3	1,4 b	19,3	5,8
F densité	1,00	6,12	0,68	0,27
signification en %	39,8	0,1	56,9	84,6
non écimé	91,8 a	1,7	20,5 a	6,0 b
écimé	85,2 b	1,7	18,8 b	5,5 a
F écimage	4,36	0,01	30,86	12,08
signification écimage en %	3,8	90,9	0,0	0,1

Tableau 20 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur le développement des cotonniers observé à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de nœuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
F protection x densité	1,67	2,42	1,29	0,68
signification en %	18,0	7,2	28,5	57,0
F protection x écimage	0,41	0,19	0,05	2,31
signification en %	53,3	66,9	82,2	12,9
F densité x écimage	0,69	2,52	1,18	1,75
Signification en %	56,5	6,4	32,5	16,4
F protection x densité x écimage	0,28	0,26	0,16	0,22
Signification en %	84,2	85,6	92,6	88,0

Examen de la production à l'échelle de plants

A l'exception du taux de capsules entièrement saines (> 84 %) pour lequel aucun effet des facteurs étudiés n'est observé, seule l'augmentation de la densité de plantation révèle des effets significatifs en diminuant le nombre de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères quelles que soient les positions considérées (Tableau 21). Aucune interaction significative n'apparaît dans ces caractéristiques de la production à l'échelle de plants (Tableau 22).

Tableau 21 : effets des facteurs étudiés sur quelques caractéristiques de la production à l'échelle de plants

	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères		nombre de capsules entièrement saines par plant	
		sur l'ensemble des branches fructifères	des premières positions des branches fructifères		
			1 à 5		6 à 10
PV	85,8	26,1	62,0	39,2	7,3
PVA	87,0	25,3	62,4	40,3	7,6
F protection	0,34	0,26	0,01	0,19	0,29
signification en %	59,2	63,6	91,8	68,1	61,9
D1	85,7	32,4 a	70,2 a	52,7 a	11,2 a
D2	84,4	29,0 b	68,9 a	44,1 ab	8,4 b
D3	86,6	23,2 c	62,7 a	35,8 b	6,2 c
D4	88,9	18,9 d	46,2 b	27,2 c	3,9 d
F densité	1,74	37,45	22,03	13,35	41,59
signification en %	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Non écimé	86,2	25,1	61,4	39,1	7,3
écimé	86,6	26,3	62,9	40,3	7,5
F écimage	0,06	1,55	0,42	0,15	0,14
signification écimage en %	80,5	21,4	52,9	70,0	71,2
transformation		arcsin√p			

Tableau 22 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur des caractéristiques de la production à l'échelle de plant

	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères			nombre de capsules entièrement saines par plant
		sur l'ensemble des branches fructifères	des premières positions des branches fructifères		
			1 à 5	6 à 10	
F protection x densité	2,29	0,46	0,08	0,53	2,05
signification en %	8,5	71,8	97,0	66,6	11,4
F protection x écimage	0,51	0,05	0,21	0,01	0,00
signification en %	48,7	82,1	65,3	90,7	99,0
F densité x écimage	1,57	0,76	0,78	0,24	0,86
Signification en %	20,3	52,2	51,0	86,7	47,0
F protection x densité x écimage	1,99	0,12	0,33	0,28	1,47
signification en %	12,2	94,8	80,5	84,2	23,0
transformation		arcsin√p			

Densité de plantation et rendement en coton graine

Fort logiquement les densités de plantation en fin de campagne reflètent la croissance attendue des niveaux définis pour les modalités de ce facteur étudié (Tableau 23). Les objectifs qui avaient été fixés ont été atteints à 81,7 % pour D1 mais seulement à 65,0% en moyenne pour les autres densités de plantation. On remarque un effet surprenant des programmes de protection du essentiellement aux plus faibles densités des parcelles recevant le programme de protection réduit lorsque l'objectif était d'atteindre 16,7 plants/m² (Tableaux 23 et 25).

Tableau 23 : effets des modalités étudiées sur les densités de plantation à la récolte

	densité de plantation en plants/m ² à la récolte
PV	5,4 a
PVA	5,0 b
F protection	9,66
signification en %	2,7
D1	1,7 d
D2	2,7 c
D3	5,3 b
D4	11,0 a
F densité	428,52
signification en %	0,0
non écimé	5,1
écimé	5,3
F écimage	0,72
signification écimage en %	40,4

Tableau 24 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les densités de plantation à la récolte

	densité de plantation en plants/m ² à la récolte
F protection x densité	6,26
signification en %	0,1
F protection x écimage	0,14
signification en %	71,5
F densité x écimage	0,19
signification en %	90,2
F protection x densité x écimage	0,53
signification en %	67,0

Tableau 25 : interprétation de l'interaction significative entre protections et densités de plantation sur les densités de plantation

	densité de plantation en plants/m ² à la récolte	Classement	
		par niveau de protection	Global
protection vulgarisée D1	1,7	d	e
protection vulgarisée D2	2,7	c	d
protection vulgarisée D3	5,2	b	c
protection vulgarisée D4	12,0	a	a
protection réduite D1	1,7	d	e
protection réduite D2	2,7	c	d
protection réduite D3	5,4	b	c
protection réduite D4	10,0	a	b

Sans interaction avec les autres facteurs (Tableau 27), seul l'accroissement de la densité de plantation a eu un effet significatif sur les rendements en coton graine comme le montrent les figures 14 et 15 et le tableau 26.

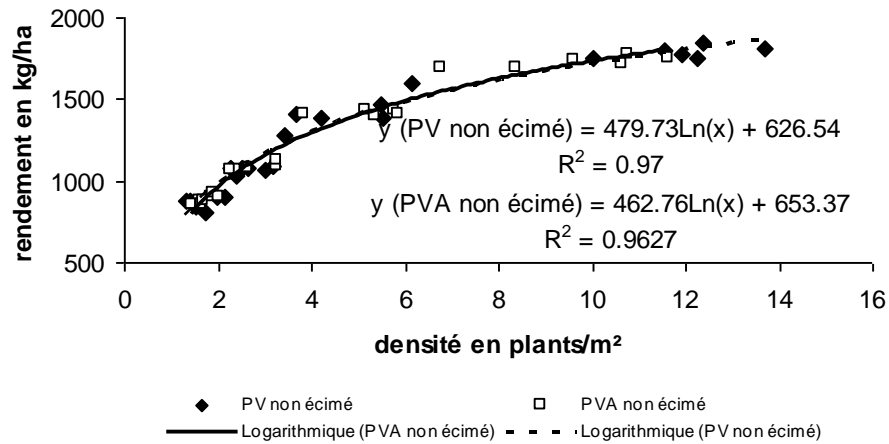


Figure 14 : liaison entre densité de plantation et rendement en coton graine en fonction des programmes de protection pour les parcelles aux cotonniers non écimés

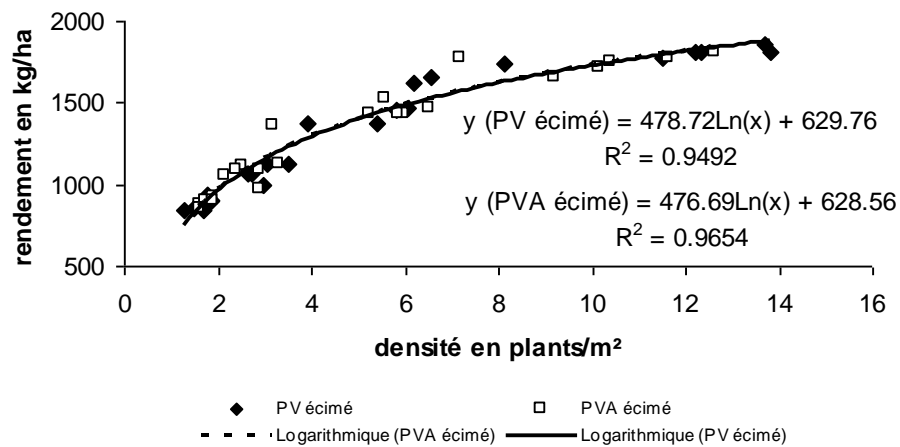


Figure 15 : liaison entre densité de plantation et rendement en coton graine en fonction des programmes de protection pour les parcelles aux cotonniers écimés

Tableau 26 : effets des facteurs étudiés sur les productions de coton graine

	production de coton graine en kg/ha
PV	1297,0
PVA	1286,5
F protection	0,54
signification en %	50,1
D1	880,9 d
D2	1062,2 c
D3	1455,4 b
D4	1768,6 a
F densité	910,15
signification en %	0,0
non écimé	1285,3
Ecimé	1298,2
F écimage	0,95
signification écimage en %	33,6

Tableau 27 : signification des interactions entre les facteurs étudiés pour la production de coton graine

	production de coton graine en kg/ha
F protection x densité	1,29
signification en %	28,5
F protection x écimage	0,15
signification en %	70,3
F densité x écimage	0,18
signification en %	90,7
F protection x densité x écimage	0,96
signification en %	41,8

Comme pour chaque niveau du facteur densité de plantation une bonne relation est encore mise en évidence entre rendement par hectare et densité réelle de plantation (Figures 16 à 19), nous avons été obligé de considérer les productions par plant. Compte tenu de leur représentativité au niveau de la production (> 84 % des capsules produites) nous avons retenu les productions de capsules entièrement saines par plant et pour chaque niveau de protection et de densité de plantation nous avons exprimé par répétition les résultats obtenus dans les parcelles où les cotonniers avaient été écimés par rapport à ceux de la parcelle où les cotonniers n'ont pas été écimés.

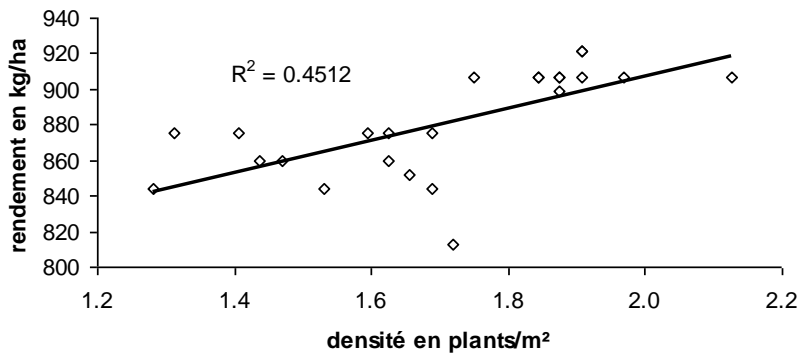


Figure 16 : liaison rendement en kg/ha et densité de plantation en plants/m² pour les parcelles écimées ou non devant recevoir le niveau de D1 de densité de plantation

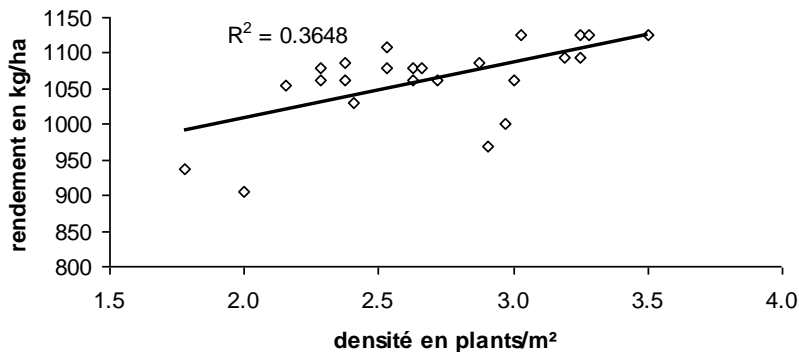


Figure 17 : liaison rendement en kg/ha et densité de plantation en plants/m² pour les parcelles écimées ou non devant recevoir le niveau de D2 de densité de plantation

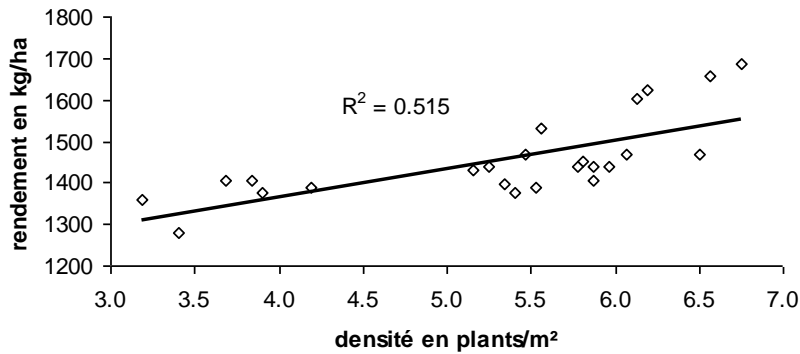


Figure 18 : liaison rendement en kg/ha et densité de plantation en plants/m² pour les parcelles écimées ou non devant recevoir le niveau de D3 de densité de plantation

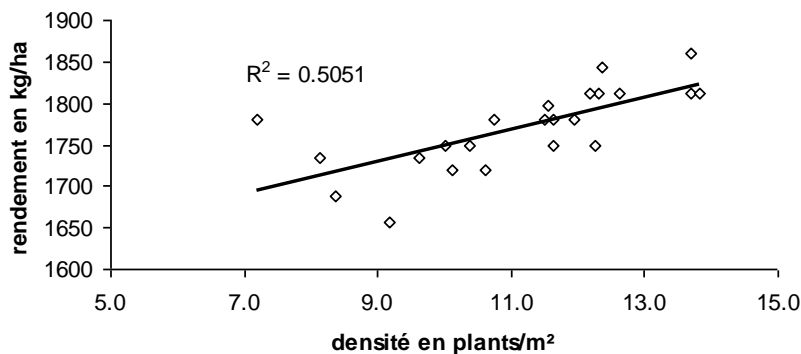


Figure 19 : liaison rendement en kg/ha et densité de plantation en plants/m² pour les parcelles écimées ou non devant recevoir le niveau de D4 de densité de plantation

Il semble alors que les performances des cotonniers écimés sont en moyenne plus souvent voisines ou supérieures à celles des cotonniers non écimés lorsque les taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère sont pour les cinq premières branches fructifères supérieurs à 66 % (Figure 20), pour les cinq suivantes supérieurs à 52 % (Figure 21) et pour les 10 premières branches fructifères supérieurs à 59 % (Figure 22). Ces seuils pourraient alors être utilisés au moment de l'écimage pour décider ou non de la réalisation de cette pratique sachant que s'ils n'étaient pas atteints à ce moment là les performances des cotonniers écimés ont moins de chance d'égaliser ou de dépasser celles de cotonniers non écimés.

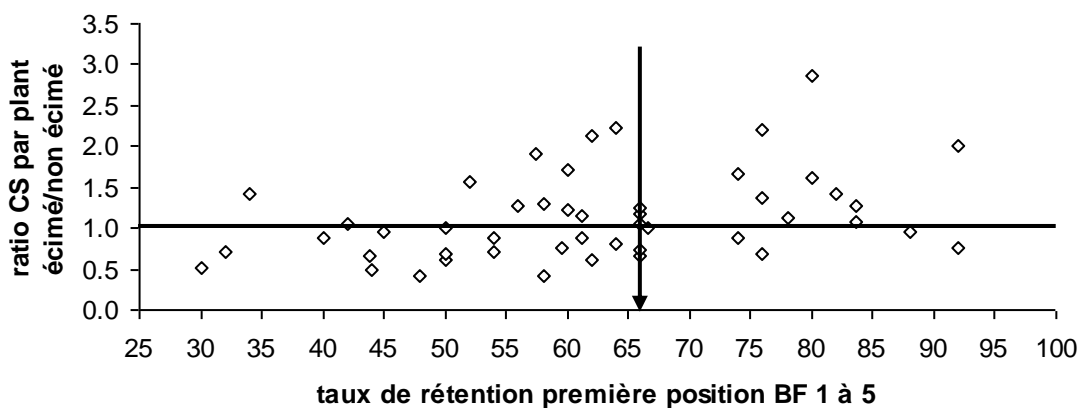


Figure 20 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5

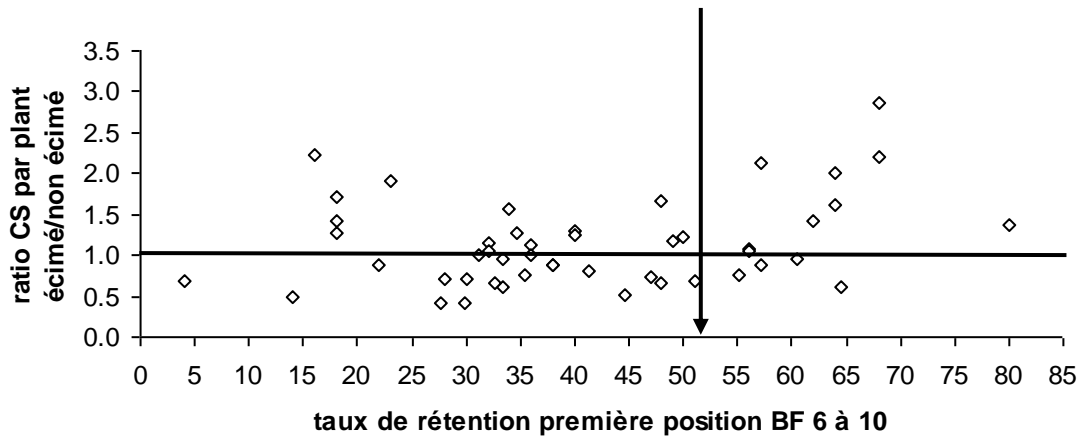


Figure 21 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10

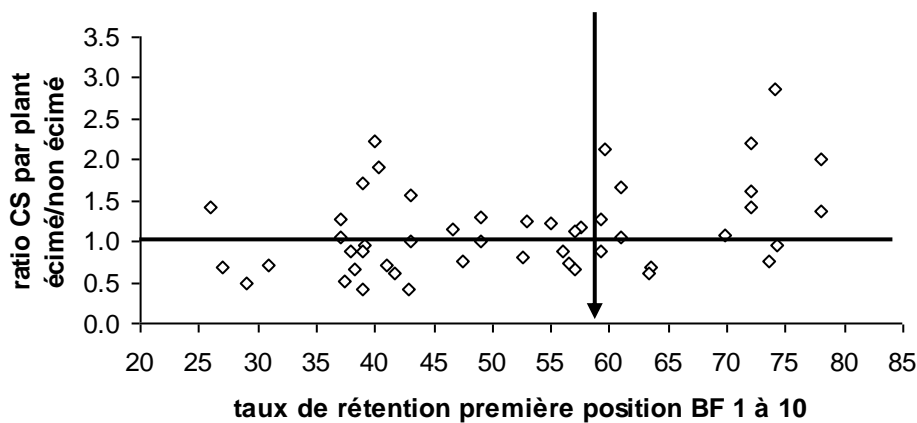


Figure 22 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 10

5 Conclusions et discussion

En raison du faible nombre d'interactions significatives entre les facteurs étudiés, les effets globaux de ces facteurs peuvent alors être présentés séparément.

L'arrêt précoce de la protection phytosanitaire n'a pas eu de conséquence particulière dans cette étude : les infestations de chenilles carpophages et leurs dégâts n'ont pas été plus importants, les charges en capsules et les taux de rétention des organes fructifères n'ont pas été affectés, la qualité de la production (% de capsules saines) n'a pas été diminuée et aucune incidence sur la production. Le dernier traitement de ce programme réduit de protection ayant eu lieu le 18 septembre et le cut out aux environs du 10 septembre, ce dernier résultat ne doit alors pas surprendre.

L'augmentation de la densité de plantation a révélé dans cette étude les effets qu'on lui attribue habituellement à savoir : une évolution plus lente des niveaux de floraison, un arrêt plus précoce du cycle productif, une diminution des taux de rétention des organes fructifères conséquence d'abscissions plus importantes par unité de surface se traduisant par des productions plus faibles par plant mais une augmentation de la production de coton graine par unité de surface (rendement).

Enfin, l'écimage des cotonniers en cours de campagne dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère a confirmé ses effets en diminuant les infestations de chenilles carpophages et leurs dégâts. Mais ces

effets positifs, qui se sont manifestés après l'arrêt du cycle productif du cotonnier, ne pouvaient pas se traduire par des économies de pesticides. Par ailleurs, les résultats de l'écimage semblent également dépendants des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des dix premières branches fructifères : meilleurs seront ces taux (dans cette étude > 59 %) meilleures seront les performances d'un écimage. Ce critère pourrait constituer une règle pour décider ou non de la pratique d'un écimage. Elle pourrait alors être validée dans de futures expérimentations.

annexe 1 : opérations culturales

		date de réalisation
piquetage		11-juin
semis		21-juin
re semis		28-juin
sarclage	1	8-juil.
sarclage	2	22-juil.
sarclage	3	3-août
désherbage	4	6-sept.
démariage		4-juil.
apport engrais complet		1-juil.
apport urée		16-juil.
buttage		7-août
traitement	1	7-août
traitement	2	21-août
traitement	3	4-sept.
traitement	4	18-sept.
traitement	5	2-oct.
traitement	6	16-oct.

INFLUENCE DU NIVEAU DE FERTILISATION DE LA CULTURE SUR LES EFFETS D'UN ÉCIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI

1 Justification

Au cours de la campagne 2004, l'étude conduite en milieu contrôlé n'a pas permis de retrouver tous les effets positifs d'un écimage raisonné des cotonniers. Les faibles densités de plantation (< 3,5 plants / m²) mais également les faibles potentialités des sols (potentiel < 600 kg/ha) sont apparues comme pouvant être responsables de ce résultat.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été d'apprécier l'influence de potentialités différentes sur l'expression des avantages d'un écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne. Le second objectif a été de préciser les plages de potentialités permettant l'expression de ces avantages.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Trois facteurs ont été étudiés: la fertilisation minérale du cotonnier pour créer 4 niveaux de potentialités différents de la culture (Tableau 1), la conduite de la culture relativement à l'écimage avec deux modalités (normal = cotonniers non écimés et écimé = cotonniers écimés dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère) et la protection phytosanitaire de la culture (PV = protection phytosanitaire vulgarisée et PVA = protection arrêtée au 90^{ième} JAL).

Tableau 1 : fertilisations étudiées en kg/ha

	modalité	engrais complet	urée
fertilisation minérale	A	0	0
	B	100	50
	C	200	100
	D	400	150

La protection phytosanitaire PV comprenait 6 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ième} JAL et la protection phytosanitaire PVA 4 applications réalisées à 14 jours à partir du 45^{ième} JAL.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif split plot factoriel à 6 répétitions a été adopté, le premier facteur étant la protection de la culture. La parcelle élémentaire était de 48 m² soit 6 lignes de 10 mètres. L'écimage des cotonniers pour les parcelles concernées a été pratiqué sur les 6 lignes.

3.3 conditions de culture

En dehors de la fertilisation minérale, de l'écimage et de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement et densité de plantation) ont été celles recommandées par le développement. Le semis a été réalisé le 22 juin sur la sous-station de Farako.

3.4 observations

Les observations réalisées ont porté sur : le suivi de l'apparition des branches fructifères, la dynamique des infestations de chenilles carpophages, les abscissions d'organes fructifères, l'évolution des critères NAWF et niveau de floraison, les charges capsulaires des cotonniers à différentes dates, les taux de rétention des organes fructifères au 90^{ième} JAL, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

4 Résultats

Dénombrement des branches fructifères

Les dénombrements de branches fructifères n'ont été réalisés qu'au niveau des parcelles dont les cotonniers devaient être écimés. Comme le montrent les tableaux 2 a et 2 b et la figure 1, l'augmentation de la fertilisation accélère très significativement l'apparition des branches fructifères sur la tige principale et aucune interaction significative n'est mise en évidence entre fertilisation minérale et protection insecticide.

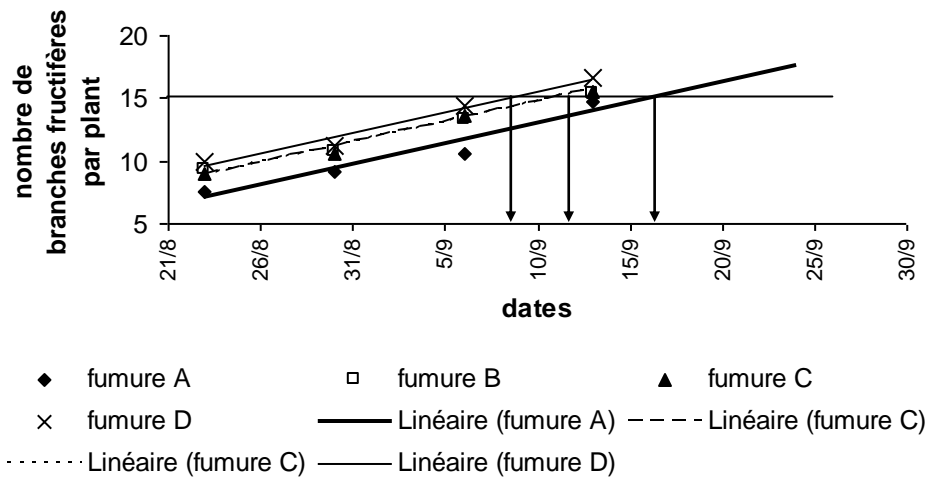


Figure 1 : évolution de la formation des branches fructifères en fonction de l'augmentation de la fertilisation

Tableau 2 a : effets des facteurs étudiés sur la formation des branches fructifères de cotonniers

	nombre de branches fructifères à différentes dates		
	23/8	30/8	6/9
PV	9,0	10,4	13,0
PVA	9,0	10,6	13,0
F protection	0,00	0,35	0,41
signification en %	97,3	58,5	55,5
fumure A	7,6 b	9,2 b	10,6 c
fumure B	9,3 a	10,8 a	13,4 b
fumure C	9,0 a	10,6 a	13,6 b
fumure D	9,9 a	11,3 a	14,5 a
F fumure	10,72	13,01	53,18
signification en %	0,0	0,0	0,0

Les écimages de cotonniers ont alors été réalisés plus tôt sur les parcelles recevant la plus forte fumure minérale : 7 de ces parcelles le furent le 7 septembre et les 5 autres le 14 septembre. Cette

dernière date est également celle qui fut retenue pour l'écimage de toutes autres parcelles devant l'être.

Tableau 2 b : effets des combinaisons de facteurs étudiés sur la formation des branches fructifères des cotonniers

	nombre de branches fructifères à différentes dates		
	23/8	30/8	6/9
protection vulgarisée fumure A	7,9	9,3	10,8
protection vulgarisée fumure B	8,9	10,4	13,2
protection vulgarisée fumure C	9,5	10,8	13,7
protection vulgarisée fumure D	9,6	11,0	14,5
protection réduite fumure A	7,3	9,1	10,4
protection réduite fumure B	9,8	11,2	13,5
protection réduite fumure C	8,6	10,4	13,6
protection réduite fumure D	10,2	11,5	14,4
F interaction protection fumure	2,13	1,54	0,36
signification en %	11,6	22,4	78,2

Taux de rétention des organes fructifères au moment de l'écimage

Au moment de l'écimage les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère sont relativement satisfaisants (en général > 70 %). Seule la très forte fertilisation minérale révèle de manière significative un effet négatif sur le taux de rétention des organes fructifères situés en première position des 5 premières branches fructifères (Tableau 3). Aucune interaction entre les facteurs étudiés n'est apparue significative (Tableau 4).

Tableau 3 : effets de facteurs étudiés sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère au moment de l'écimage

	taux de rétention (en %) des organes fructifères situés en première position de branches fructifères		
	1 à 5	6 à 10	11 à 15
PV	71,0	76,8	73,1
PVA	73,8	75,6	72,2
F protection	0,49	0,08	0,04
Signification en %	51,8	78,1	84,4
fumure A	72,1 a	74,6	68,6
fumure B	75,8 a	76,5	71,2
fumure C	76,4 a	77,0	72,7
fumure D	64,9 b	76,6	77,7
F fumure	5,86	0,33	2,66
Signification en %	0,1	80,5	5,4
non écimé	70,8	75,7	73,5
Ecimé	74,0	76,6	71,7
F écimage	2,12	0,20	0,56
Signification écimage en %	14,6	66,0	46,5
transformation		arcsin√p	

Tableau 4 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère au moment de l'écimage

	taux de rétention (en %) des organes fructifères situés en première position de branches fructifères		
	1 à 5	6 à 10	11 à 15
F protection x fumure	0,67	0,84	0,55
signification en %	57,7	47,7	65,7
F protection x écimage	0,00	0,17	0,63
signification en %	96,2	68,7	43,8
F fumure x écimage	0,52	1,55	1,90
signification en %	67,3	20,9	13,6
F protection x fumure x écimage	0,53	0,39	1,05
signification en %	66,9	76,4	37,8
transformation	arcsin√p		

Niveau de floraison et NAWF

L'évolution des niveaux de floraison montre des valeurs toujours plus élevées en présence d'une fertilisation minérale mais quel que soit son niveau (Figure 2). Cela est significatif au 12 septembre qui est la seule date pour laquelle une analyse statistique a pu être entreprise (Tableau 5). Aucune interaction significative entre les facteurs étudiés n'est apparue (Tableau 6).

Tableau 5 : effets des facteurs étudiés sur les niveaux de floraison des cotonniers à trois dates

	niveau de floraison au		
	23/8	12/9	2/10
PV	6,0	12,2	16,7
PVA	6,1	12,1	17,4
F protection	NA	0,10	NA
signification en %		76,6	
fumure A	5,6	10,7 b	16,4
fumure B	6,2	12,3 a	17,2
fumure C	6,2	12,6 a	17,1
fumure D	6,2	12,9 a	17,3
F fumure	NA	22,48	NA
signification en %		0,0	
non écimé	6,1	12,0	17,1
écimé	6,0	12,2	
F écimage	NA	0,54	NA
signification écimage en %		47,0	

Tableau 6 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les niveaux de floraison des cotonniers à deux dates

	niveau de floraison au 12/9
F protection x fumure	0,01
signification en %	99,0
F protection x écimage	1,73
signification en %	18,9
F fumure x écimage	0,21
signification en %	89,0
F protection x fumure x écimage	0,01
signification en %	99,0

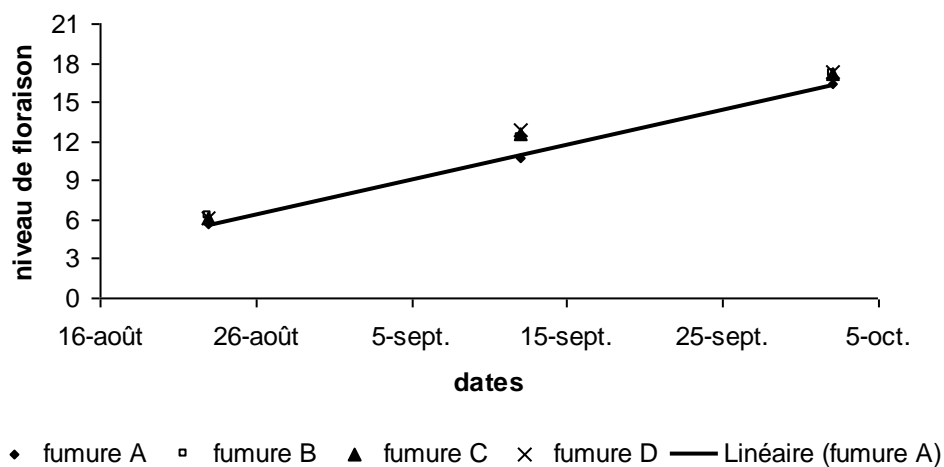


Figure 2 : évolution des niveaux de floraison en fonction de la fertilisation minérale

Aucune analyse statistique n'a pu être entreprise sur les valeurs du critère NAWF car certaines parcelles ont été écimées le 7 septembre. Toutefois il ne semble pas y avoir de grande influence des facteurs étudiés sur cette caractéristique (Tableau 7).

Tableau 7 : effets des facteurs étudiés sur les critères NAWF des cotonniers à trois dates

	NAWF au		
	23/8	12/9	2/10
PV	9,1	5,5	3,7
PVA	9,1	5,4	3,8
fumure A	8,6	5,7	3,6
fumure B	9,2	5,3	4,0
fumure C	9,3	5,4	3,9
fumure D	9,3	5,5	3,5
non écimé	9,0	5,5	3,8
écimé	9,2	5,4	

Le « cut out » (moment où les cotonniers arrêtent leur cycle productif : NAWF = 5) se situe dans cette étude aux alentours du 20 septembre (Figure 3).

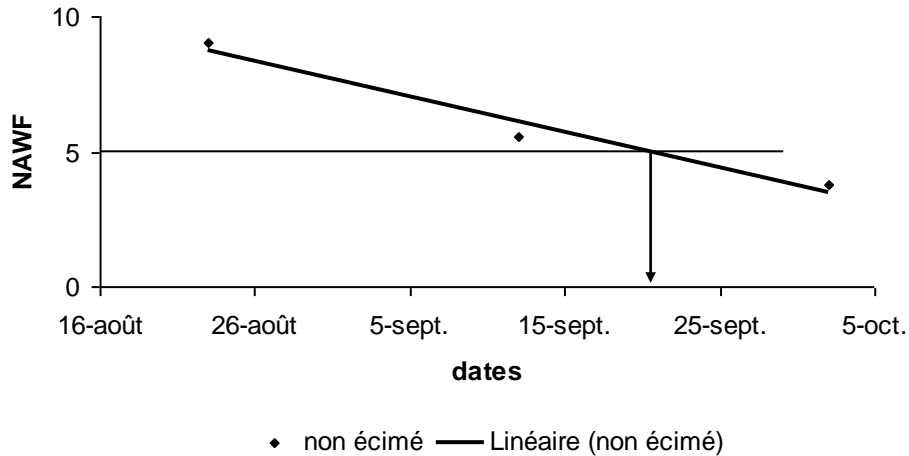


Figure 3 : évolution moyenne du critère NAWF sur l'ensemble des parcelles non écimées

Les infestations de chenilles carpophages

A l'exception du début de la campagne où ce fut *Earias* sp, le complexe des chenilles carpophages a toujours été dominé par *H. armigera* (Figure 4). Les infestations sans être très élevées n'ont pas été négligeables au moment des trois pics qui ont été observés : fin septembre, à la fin de la première décade d'octobre et sept jours plus tard (Figure 5).

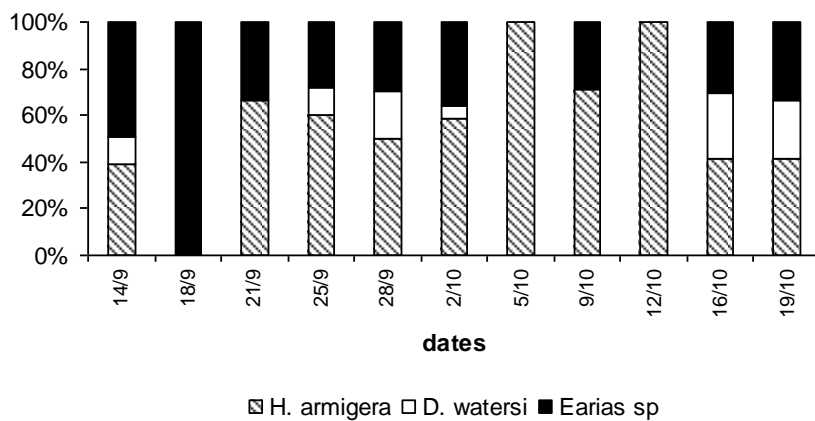


Figure 4 : évolution de l'importance relative de chaque espèce carpophages au cours de la campagne

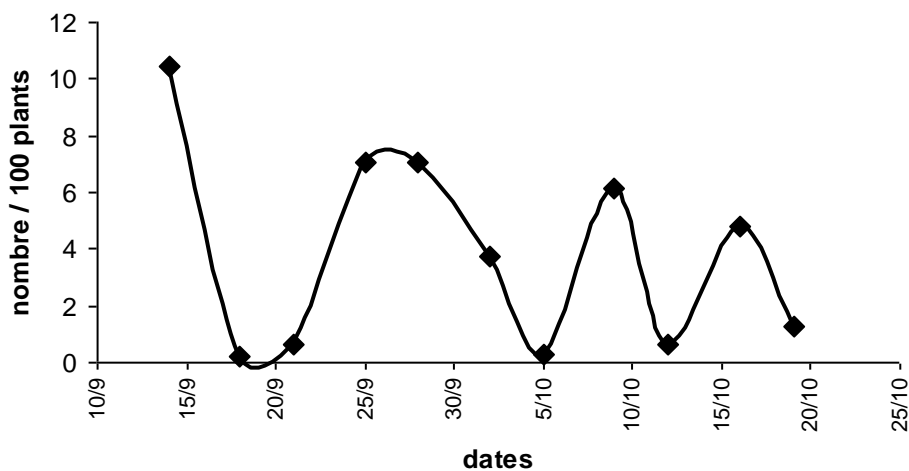


Figure 5 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages

Le seul effet significatif apparu dans les analyses statistiques des infestations de chenilles carpophages (Tableau 8) est celui de l'écimage qui les réduit quel que soit le niveau des deux autres facteurs étudiés (Figures 6 à 8). Aucune interaction n'est significative (Tableau 9).

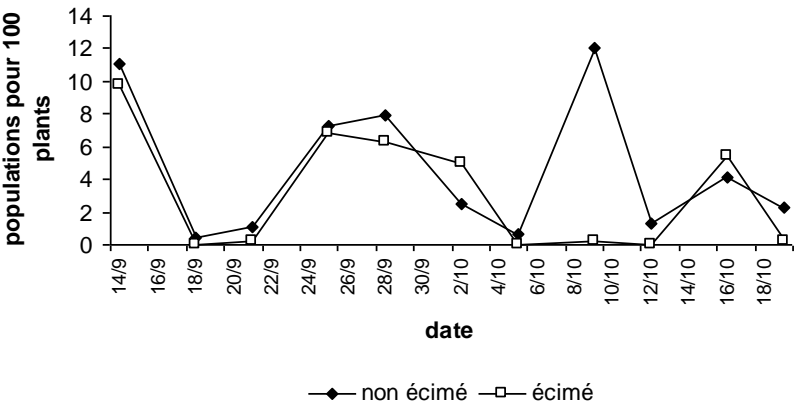


Figure 6 : effet moyen de l'écimage des cotonniers sur les infestations de chenilles carpophages tous niveaux des autres facteurs confondus

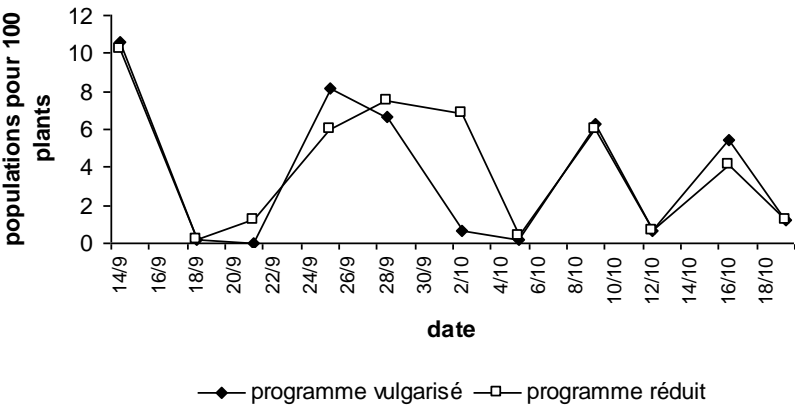


Figure 7 : effet moyen de l'écimage des cotonniers sur les infestations de chenilles carpophages en fonction des programmes de protection tous niveaux des autres facteurs confondus

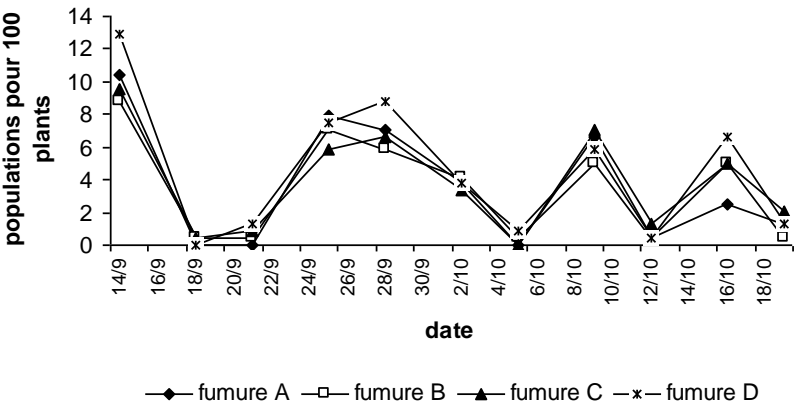


Figure 8 : effet moyen de l'écimage des cotonniers sur les infestations de chenilles carpophages en fonction des fertilisations apportées tous niveaux des autres facteurs confondus

Tableau 8 : effets des facteurs étudiés sur les infestations de chenilles carpophages

	cumul du nombre de chenilles carpophages pour 100 plants
PV	40,0
PVA	44,6
F protection	0,95
signification en %	37,6
fumure A	40,0
fumure B	37,9
fumure C	42,1
fumure D	49,2
F fumure	0,96
signification en %	42,0
non écimé	50,6 b
écimé	34,0 a
F écimage	11,12
signification écimage en %	0,2

Tableau 9: signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les infestations de chenilles carpophages

	cumul du nombre de chenilles carpophages pour 100 plants
F protection x fumure	0,26
signification en %	85,4
F protection x écimage	0,70
signification en %	41,2
F fumure x écimage	1,54
signification en %	21,0
F protection x fumure x écimage	0,62
signification en %	61,1

Abscission d'organes fructifères

Dans l'analyse des cumuls des organes fructifères tombés et troués pour 100 m² (Tableau 10), seul l'effet de la fertilisation minérale est significatif mais uniquement en défaveur de la plus forte fumure. Aucune interaction entre les facteurs étudiés n'est significative (Tableau 11). Les mêmes conclusions (Tableaux 10 et 11) peuvent être retirées pour les abscissions non dues aux chenilles carpophages (organes tombés non troués) mais l'effet de l'augmentation de la fertilisation minérale apparaît plus progressif.

Tableau 10 : effets des facteurs étudiés sur les abscissions cumulées d'organes fructifères pour 100 m²

	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et troués pour 100 m ²	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et non troués pour 100 m ²
PV	236,7	1732,8
PVA	228,9	1954,7
F protection	0,23	6,21
signification en %	65,3	5,4
fumure A	189,1 a	1412,0 a
fumure B	228,1 a	1772,4 b
fumure C	234,4 a	1850,0 b
fumure D	279,7 b	2340,6 c
F fumure	6,98	24,86
signification en %	0,0	0,0
non écimé	228,6	1837,0
écimé	237,0	1850,5
F écimage	0,35	0,03
signification écimage en %	56,2	85,5

Tableau 11 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les abscissions cumulées pour 100 m² d'organes fructifères sur l'ensemble de la campagne

	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et troués pour 100 m ²	cumul du nombre d'organes fructifères tombés et non troués pour 100 m ²
F protection x fumure	1,43	0,91
signification en %	24,0	44,3
F protection x écimage	0,86	0,44
signification en %	36,0	51,5
F fumure x écimage	0,13	1,98
signification en %	94,2	12,4
F protection x fumure x écimage	2,39	0,23
signification en %	7,5	87,4

Dénombrement de capsules non sujettes à l'abscission

A l'exception de deux interactions significatives l'une en début (Tableau 14) et l'autre en fin de campagne (Tableau 15), le seul effet significatif sur les charges en capsules des cotonniers est celui de la fertilisation minérale (Tableau 12) : plus la fumure augmente plus les cotonniers portent de capsules quelle que soit la date de l'observation comme le montre également la figure 9. Aucun effet significatif des programmes de protection n'est révélé (Tableau 13).

Tableau 12 : effets des facteurs étudiés sur les charges en capsules de 10 cotonniers

	nombre de capsules pour 10 cotonniers à différentes dates			
	2/9	12/9	22/9	2/10
PV	1,8	28,3	69,1	67,0
PVA	2,2	33,9	67,7	67,3
F protection	0,72	4,64	0,05	0,01
signification en %	43,9	8,3	82,7	90,6
fumure A	1,2 b	21,8 b	52,4 c	57,3 b
fumure B	2,0 ab	32,5 a	64,5 b	67,3 a
fumure C	1,9 ab	32,5 a	71,5 b	72,3 a
fumure D	2,9 a	37,5 a	85,1 a	71,6 a
F fumure	3,78	12,03	18,62	8,33
signification en %	1,4	0,0	0,0	0,0
non écimé	1,8	30,3	68,4	67,0
écimé	2,1	31,8	68,4	67,3
F écimage	0,79	0,62	0,00	0,02
signification écimage en %	38,1	44,1	97,7	89,9

Tableau 13 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les charges en capsules de 10 cotonniers

	nombre de capsules pour 10 cotonniers à différentes dates			
	2/9	12/9	22/9	2/10
F protection x fumure	0,67	0,98	0,11	1,17
signification en %	57,8	41,1	95,4	32,6
F protection x écimage	5,91	0,52	2,49	1,81
signification en %	1,7	48,1	11,5	17,9
F fumure x écimage	1,14	1,64	1,60	3,91
signification en %	34,0	18,6	19,5	1,2
F protection x fumure x écimage	1,08	0,37	0,20	0,07
signification en %	36,3	78,1	89,7	97,7

On remarquera d'autre part que le nombre de capsules n'évolue plus entre le 92^{ième} et le 102^{ième} jour après semis voir régresse pour la plus forte fumure (Figure 9)

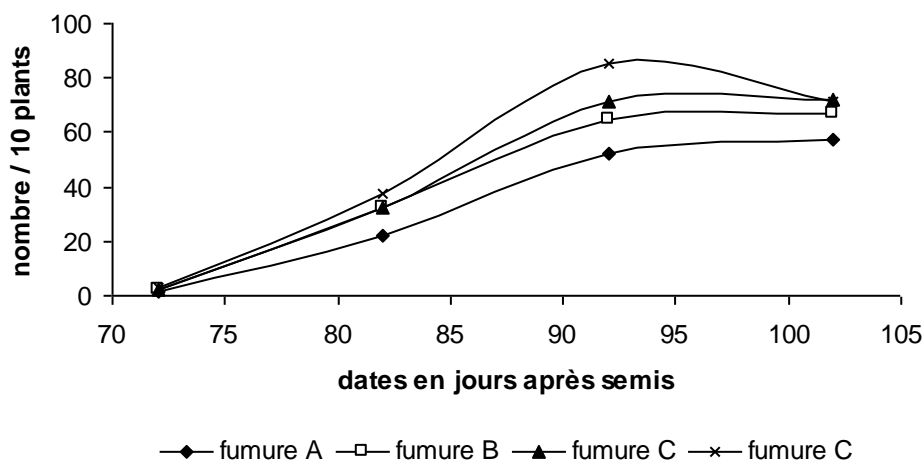


Figure 9 : évolution des charges en capsules de cotonniers en fonction de la fertilisation minérale toutes modalités des autres facteurs confondus

Tableau 14 : interaction significative entre pratique de l'écimage et protection insecticide en début de campagne

	nombre de capsules pour 10 cotonniers au 2/9	par protection	global
protection vulgarisée non écimé	2,1	a	a
protection vulgarisée écimé	1,5	a	a
protection réduite non écimé	1,6	b	a
protection réduite écimé	2,8	a	a

Tableau 15 : interaction significative entre pratique de l'écimage et fertilisation minérale en fin de campagne

	nombre de capsules pour 10 cotonniers au 2/10
fumure A non écimé	55,9 d
fumure A écimé	58,8 cd
fumure B non écimé	72,1 abc
fumure B écimé	62,4 bcd
fumure C non écimé	66,2 abc
fumure C écimé	78,3 a
fumure D non écimé	73,7 ab
fumure D écimé	69,5 abc

Développement des plants à la récolte

Principalement deux facteurs montrent des effets significatifs sur le développement des cotonniers à la récolte (Tableau 16) : l'augmentation de la fertilisation minérale accroît la taille de cotonniers, le nombre de nœuds formés sur la tige principale et le nombre de branches végétatives par plant alors que l'écimage sans réduire la taille des cotonniers diminue fort logiquement le nombre de nœuds apparus sur la tige principale mais augmente le nombre de branche végétatives par plant. L'effet négatif de la protection vulgarisée par rapport à la protection réduite sur le nombre de nœuds de la tige principale (Tableau 16) et à un moindre degré sur la taille des cotonniers (significatif à 10,3 %) pourrait s'expliquer par une compensation lorsque la protection n'est pas satisfaisante. Une seule interaction est apparue significative (Tableau 17) : elle concerne les facteurs protection et écimage des cotonniers mais elle isole surtout les parcelles dont les cotonniers ont été écimés et ont reçu la protection réduite (Tableau 18).

Tableau 16 : effets des facteurs étudiés sur le développement des cotonniers observé à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de noeuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
PV	87,3	1,4	19,5 b	6,0
PVA	93,5	1,5	20,1 a	6,0
F protection	3,92	0,40	7,40	0,03
signification en %	10,3	56,1	4,1	86,5
fumure A	69,3 c	0,7 b	19,1 b	5,8
fumure B	92,5 b	1,6 a	19,5 b	6,0
fumure C	92,4 b	1,6 a	19,7 b	6,1
fumure D	107,5 a	1,7 a	20,9 a	5,9
F fumure	34,93	21,44	4,95	1,86
signification en %	0,0	0,0	0,4	14,2
non écimé	91,2	1,3 b	20,3 a	5,9
écimé	89,6	1,6 a	19,3 b	6,0
F écimage	0,35	8,63	9,47	3,44
signification écimage en %	56,1	0,5	0,3	6,4

Tableau 17 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les caractéristiques de développement des cotonniers à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de noeuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
F protection x fumure	1,12	0,90	0,36	0,53
signification en %	34,9	44,9	78,7	66,8
F protection x écimage	2,36	0,66	4,84	0,30
signification en %	12,5	42,5	2,9	59,2
F fumure x écimage	0,60	0,40	2,13	1,85
signification en %	62,1	75,4	10,2	14,5
F protection x fumure x écimage	0,65	0,95	1,09	0,31
signification en %	58,9	42,2	35,8	82,0

Tableau 18 : interaction significative entre protection et écimage sur le nombre de nœuds de la tige principale

nombre de nœuds de la tige principale			
	valeurs	classement	
		par protection	global
PV non écimé	19,7	a	a
PV écimé	19,4	a	a
PVA non écimé	21,0	a	a
PVA écimé	19,2	b	b

Examen de la production à l'échelle de plants

Les taux de capsules entièrement saines sont très élevés (> 85%) et ne montrent pas d'influence des facteurs étudiés (Tableau 19) ou de leurs interactions (Tableau 20). Toujours sans interaction significative, les taux de rétentions des organes fructifères situés en première position de branche fructifère révèlent l'influence de certains facteurs (Tableau 19). Globalement l'apport d'une fertilisation

minérale augmenterait ces taux mais l'augmentation de la fertilisation minérale aurait un effet négatif sur la rétention des organes des premières positions des cinq premières branches fructifères et positif pour celle des organes des premières positions des cinq branches fructifères suivantes (Tableau 19). L'écimage aurait tendance à augmenter les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère mais uniquement à partir de la sixième branche fructifère.

Tableau 19 : effets des facteurs étudiés sur quelques caractéristiques de la production à l'échelle de plants

	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères		nombre de capsules entièrement saines par plant	
		sur l'ensemble des branches fructifères	des premières positions des branches fructifères		
			1 à 5	6 à 10	
PV	89,4	27,1	59,2	35,1	6,2
PVA	87,1	25,9	59,1	36,8	6,3
F protection	1,36	0,70	0,00	0,41	0,01
signification en %	29,7	44,4	96,7	55,5	93,2
fumure A	86,4	23,5 b	56,1 b	23,0 b	4,2 c
fumure B	88,5	28,4 a	65,5 a	39,0 a	6,5 b
fumure C	87,9	26,3 a	59,9 ab	38,4 a	6,3 b
fumure D	90,1	27,8 a	55,0 b	44,4 a	8,0 c
F fumure	1,36	4,93	3,46	13,05	16,48
signification en %	26,1	0,4	2,1	0,0	0,0
Non écimé	88,8	25,6	58,9	33,8	5,9
écimé	87,7	27,4	59,4	38,2	6,6
F écimage	0,60	3,60	0,03	2,84	2,93
signification écimage en %	44,9	5,9	85,8	9,2	8,8
transformation		arcsin√p			

Tableau 20 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur des caractéristiques de la production à l'échelle de plant

	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères			nombre de capsules entièrement saines par plant
		sur l'ensemble des branches fructifères	des premières positions des branches fructifères		
			1 à 5	6 à 10	
F protection x fumure	1,18	1,82	0,38	0,53	1,03
signification en %	32,2	15,0	77,0	66,9	38,6
F protection x écimage	0,19	0,01	0,49	0,80	0,26
signification en %	67,0	93,1	49,2	37,7	61,8
F fumure x écimage	0,57	0,98	0,66	1,47	0,30
signification en %	64,2	40,7	58,4	23,0	82,7
F protection x fumure x écimage	2,02	1,26	2,48	1,00	1,36
signification en %	11,7	29,3	6,7	40,1	26,3
transformation		arcsin√p			

Conséquence de ces taux de rétention, le nombre de capsules entièrement saines par plant augmente significativement avec la fertilisation minérale et l'écimage aurait la même influence (significatif à 8,8 %).

Densité de plantation et rendement en coton graine

Les densités de plantation ont considérablement varié entre les parcelles de cette étude puisque la densité maximale observée est de 7,0 plants/m² et la densité minimale de 2,0 plants/m². Toutefois, même avec une interaction significative entre fertilisation et écimage (Tableaux 21 et 22), on peut considérer que la densité de plantation a été en moyenne la même pour toutes les modalités croisées de cette étude car l'interaction significative n'isole que les parcelles non écimées ayant reçu la fertilisation B des parcelles écimées ayant reçu la fertilisation A (Tableau 23).

Tableau 21 : effets des modalités étudiées sur les densités de plantation à la récolte

	rendement en Kg/ha	densité en plants/m ²
PV	1100,4	4,7
PVA	1051,3	4,7
F protection	5,58	0,00
signification en %	6,4	98,2
fumure A	398,8 d	4,4
fumure B	736,3 c	4,9
fumure C	1379,2 b	4,7
fumure D	1789,1 a	4,6
F fumure	863,37	1,83
signification en %	0,0	14,8
non écimé	1081,1	4,7
écimé	1070,6	4,7
F écimage	0,24	0,01
signification écimage en %	63,2	92,6

Tableau 22 : signification des interactions entre les facteurs étudiés sur les densités de plantation à la récolte

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²
F protection x fumure	0,93	0,22
signification en %	43,5	88,0
F protection x écimage	0,32	0,12
signification en %	58,1	73,1
F fumure x écimage	0,02	3,31
signification en %	99,0	2,5
F protection x fumure x écimage	1,95	0,55
signification en %	12,8	65,7

Tableau 23 : interaction significative entre fertilisation minérale et écimage sur la densité de plantation

	densité en plants/m ²
fumure A non écimé	4,7 ab
fumure A écimé	4,2 b
fumure B non écimé	5,0 a
fumure B écimé	4,7 ab
fumure C non écimé	4,5 ab
fumure C écimé	4,9 ab
fumure D non écimé	4,4 ab
fumure D écimé	4,9 ab

Le seul effet significatif mis en évidence dans l'analyse des performances de production est celui de la fertilisation minérale (Tableau 21) sans interaction significative avec les autres facteurs étudiés (Tableau 22) : plus la fertilisation minérale est élevée meilleure sont les productions.

Par niveau de fertilisation minérale (Figures 10 à 13), on ne note de lien significatif entre densité de plantation et rendement en kg/ha que pour l'absence de fertilisation minérale (Figure 10) et pour la fertilisation B si le programme de protection réduit est appliqué (Figure 11). En conséquence la fertilisation minérale contribue certainement à atténuer les effets négatifs de trop faibles densités de plantation sur la production de coton graine. Par ailleurs malgré des liens faibles entre densité de plantation et rendement en kg/ha, il semble que la protection du cotonnier puisse être réduite sans risque dans la mesure où la densité de plantation est supérieure à 5,7 plants/m² comme le montre les figures 11 à 13. En deçà de cette densité cette réduction risque d'être pénalisante.

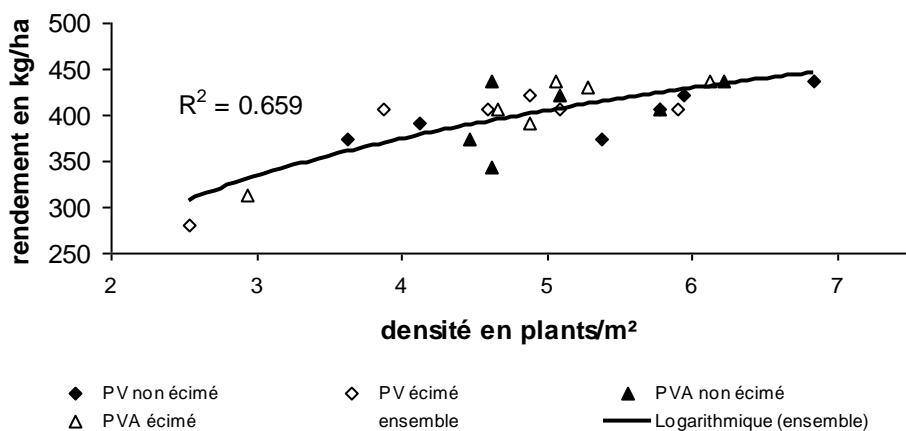


Figure 10 : liaison entre densité de plantation et rendement pour les parcelles ne recevant pas de fertilisation minérale (fumure A)

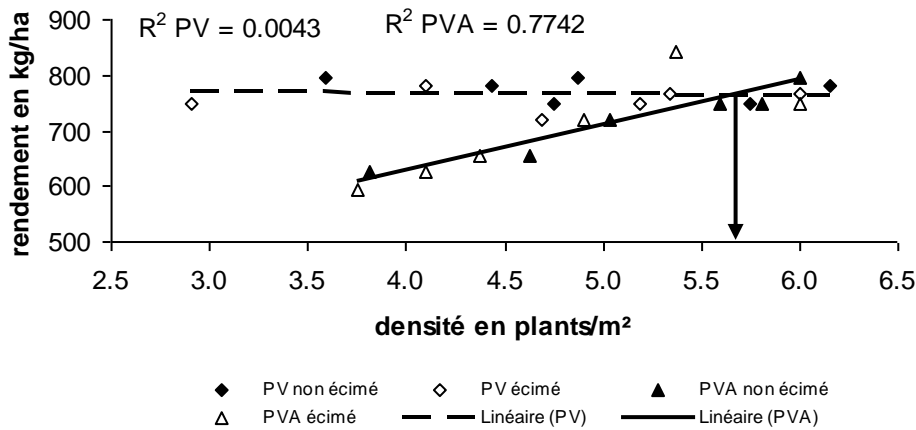


Figure 11 : liaison entre densité de plantation et rendement pour les parcelles recevant le niveau B de fertilisation minérale

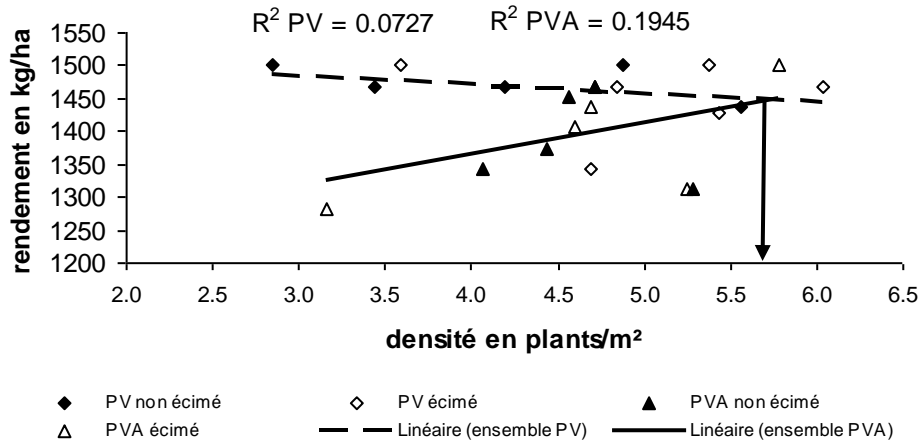


Figure 12 : liaison entre densité de plantation et rendement pour les parcelles recevant le niveau C de fertilisation minérale

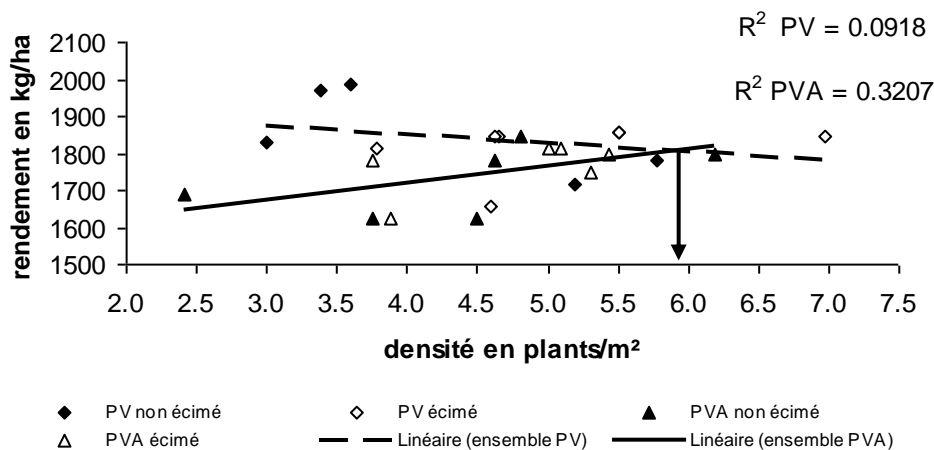


Figure 13 : liaison entre densité de plantation et rendement pour les parcelles recevant le niveau D de fertilisation minérale

Ces liaisons entre densité de plantation et rendement en kg/ha, fortes dans certains cas, nous oblige à considérer les productions par plant. Compte tenu de leur représentativité au niveau de la production (> 85 % des capsules produites) nous avons retenu les productions de capsules entièrement saines par plant et, pour chaque niveau de protection et de fertilisation minérale, nous avons exprimé par répétition les résultats obtenus dans les parcelles où les cotonniers avaient été écimés par rapport à ceux de la parcelle où les cotonniers n'ont pas été écimés.

Il semble que les performances des cotonniers écimés sont en moyenne plus souvent voisines ou supérieures à celles des cotonniers non écimés lorsque les taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère sont pour les cinq premières branches fructifères supérieurs à 56 % (Figure 14), pour les cinq suivantes supérieurs à 40 % (Figure 15) et pour les 10 premières branches fructifères supérieurs à 51 % (Figure 16). Ces seuils pourraient alors être utilisés au moment de l'écimage pour décider ou non de la réalisation de cette pratique sachant que s'ils n'étaient pas atteints à ce moment là les performances des cotonniers écimés ont moins de chance d'égaliser ou de dépasser celles de cotonniers non écimés.

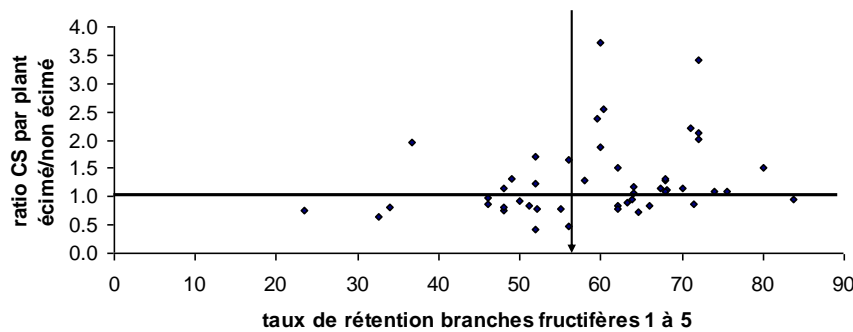


Figure 14 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5

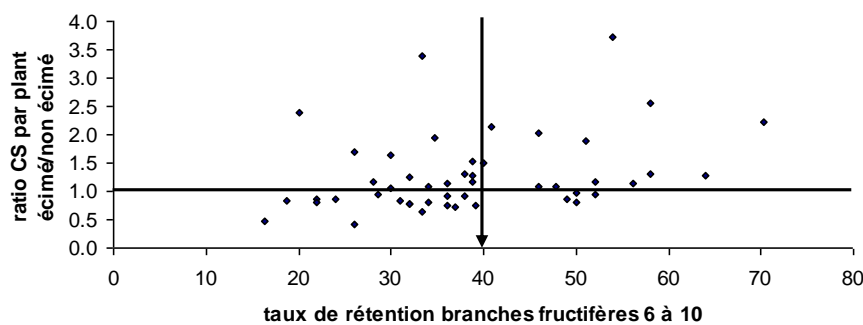


Figure 15 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10

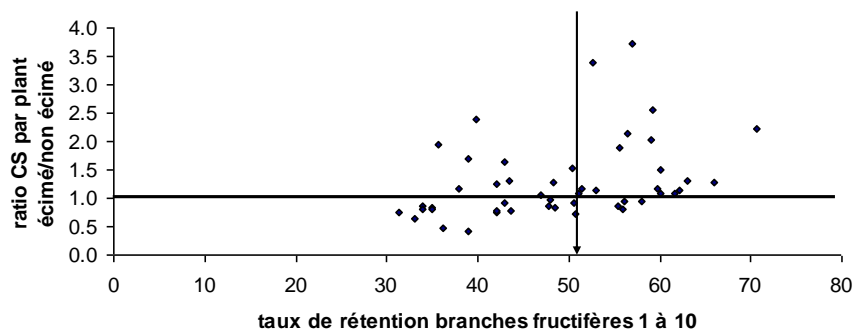


Figure 16 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 10

5 Conclusions et discussion

Très peu d'interactions significatives étant apparues entre les facteurs étudiés, les effets de ces facteurs peuvent être présentés de manière indépendante.

La réduction du programme de protection n'a pas eu d'influence particulière dans cette étude : à l'exception d'une courte période les infestations de chenilles carpophages ont été comparables à celles observées sur des cotonniers recevant le programme de protection vulgarisé et leurs dégâts n'ont jamais été plus importants, les charges en capsules et les taux de rétention des organes fructifères n'ont pas été affectés et la qualité de la production (% de capsules saines) n'a pas été significativement diminuée. L'absence d'effet de cette réduction du programme de protection sur les

performances de production résulte très probablement d'un arrêt du cycle productif du cotonnier (aux environs du 20 septembre) peu après la dernière application insecticide du programme réduit (le 17 septembre). Cependant même si les significations ne sont pas toujours satisfaisantes, il semble qu'en présence d'une fertilisation minérale la réduction du programme de protection puisse avoir une incidence négative sur les performances de production lorsque les densités de plantation sont inférieures à 6 plants/m².

L'augmentation de la fertilisation minérale entraînerait une accélération de l'apparition des branches fructifères et par voie de conséquence de la floraison des premières positions de branches fructifères. Mais, elle est sans incidence sur l'arrêt du cycle productif et augmenterait l'importance des abscissions qu'elles soient ou non d'origine parasitaire. Pour celles provoquées par les chenilles carpophages des infestations plus fortes pourraient en être à l'origine mais uniquement pour la plus forte fertilisation minérale et au moment des pics. Pour les autres abscissions, une production d'organes fructifères plus importante due à l'augmentation de la fertilisation pourrait être responsable de leur plus grande importance. En production l'augmentation de la fertilisation minérale s'accompagne de performances meilleures mais également d'une atténuation des effets négatifs de densités de plantation trop faibles.

Enfin, l'écimage des cotonniers en cours de campagne dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère a confirmé son effet positif sur les infestations de chenilles carpophages mais pas sur leurs dégâts. Mais, cette diminution des infestations, qui s'est manifestée après l'arrêt du cycle productif du cotonnier, ne pouvait pas se traduire par des gains de production. Par ailleurs, les résultats de l'écimage semblent dépendants des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des dix premières branches fructifères : meilleurs seront ces taux (dans cette étude > 51 %) meilleures seront les performances d'un écimage. Ce critère pourrait constituer une règle pour décider ou non de la pratique d'un écimage. Elle pourrait alors être validée dans de futures expérimentations.

annexe 1 : dates des opérations culturales

		date de réalisation
piquetage		11-juin
semis		22-juin
re-semis		29-juin
sarclage	1	11-juil.
sarclage	2	18-juil.
sarclage	3	3-août
désherbage	4	9-sept.
démariage		5-juil.
apport engrais complet		1-juil.
apport urée		16-juil.
buttage		8-août
traitement	1	8-août
traitement	2	22-août
traitement	3	5-sept.
traitement	4	19-sept.
traitement	5	3-oct.
traitement	6	17-oct.

INFLUENCE DU TAUX DE RÉTENTION DES ORGANES FRUCTIFÈRES AU MOMENT DE L'ÉCIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS SUR LES EFFETS DE CETTE PRATIQUE AU MALI

1 Justification

Au cours de la campagne 2004, tous les effets positifs d'un écimage raisonné des cotonniers n'ont pas été retrouvés tant en milieu réel qu'en milieu contrôlé. La rétention des organes fructifères participant habituellement le plus à la production a peut être été insuffisante au moment de l'écimage. Mais cette hypothèse méritait d'être vérifiée.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été d'apprécier les avantages d'un écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne en fonction du taux de rétention au moment de l'écimage des organes fructifères participant habituellement le plus à la production. Le second objectif a été de fixer une règle de décision concernant cette pratique en fonction du taux de rétention observés au moment de l'écimage.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Onze modalités ont été étudiées et reposaient sur des écimages (au moment de l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère) pratiqués sur des cotonniers présentant des taux de rétention différents en organes fructifères situés en première position des 10 premières branches fructifères (tableau 1).

Tableau 1 : modalités étudiées

modalité	écimage	nombre d'organes fructifères restant par plant sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5	nombre d'organes fructifères restant par plant sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10
A	non	aucune intervention	aucune intervention
B	oui	aucune intervention	aucune intervention
C	oui	0	0
D	oui	0	2
E	oui	0	4
F	oui	2	0
G	oui	2	2
H	oui	2	4
I	oui	4	0
J	oui	4	2
K	oui	4	4

Les taux de rétention différents ont été obtenus par ablation des organes fructifères pour obtenir les nombres d'organes restant souhaités.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif en blocs de Fisher à 6 répétitions a été adopté. La parcelle élémentaire étaient de 24 m² soit 3 lignes de 10 mètres. L'écimage des cotonniers pour les parcelles concernées ont été pratiqué sur les 3 lignes. Les ablations d'organes fructifères ont été réalisées sur les cotonniers de la ligne centrale de chaque parcelle concernée juste avant l'écimage des cotonniers.

3.3 conditions de culture

Toutes les pratiques culturales (date de semis, fertilisation minérale, entretien contre l'enherbement et densité de plantation) ont été celles recommandées par le développement. Par contre la protection phytosanitaire était composée d'interventions hebdomadaires à partir du 30^{ième} JAL. Le semis a été réalisé le 20 juin sur la sous-station de Farako.

3.4 observations

Les observations réalisées ont porté sur : l'examen de la rétention des organes fructifères au moment de l'écimage, le suivi de l'apparition des branches fructifères, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

4 Résultats

Dénombrement des branches fructifères

Aucune influence des modalités de cette étude n'a été notée dans l'apparition des branches fructifères sur la tige principale des cotonniers (Tableau 2).

Tableau 2 : effet des modalités sur l'apparition des branches fructifères

	nombre de branches fructifères par plant à différentes dates		
	21/8	28/8	4/9
modalité A	8,4	10,2	14,3
modalité B	8,7	10,3	13,7
modalité C	9,5	11,1	14,5
modalité D	8,7	10,2	13,9
modalité E	8,3	10,2	13,7
modalité F	8,4	10,2	13,2
modalité G	8,8	10,3	14,2
modalité H	9,5	11,0	14,4
modalité I	10,0	13,3	14,5
modalité J	9,7	11,1	14,5
modalité K	8,4	10,5	14,2
F modalité	1,73	1,84	1,90
signification en %	9,9	7,7	6,7

A l'exception de 10 parcelles qui le furent au 5 septembre, toutes les parcelles concernées par cette opération ont été écimées le 12 septembre soit à 82 jours après la levée (Figure 1).

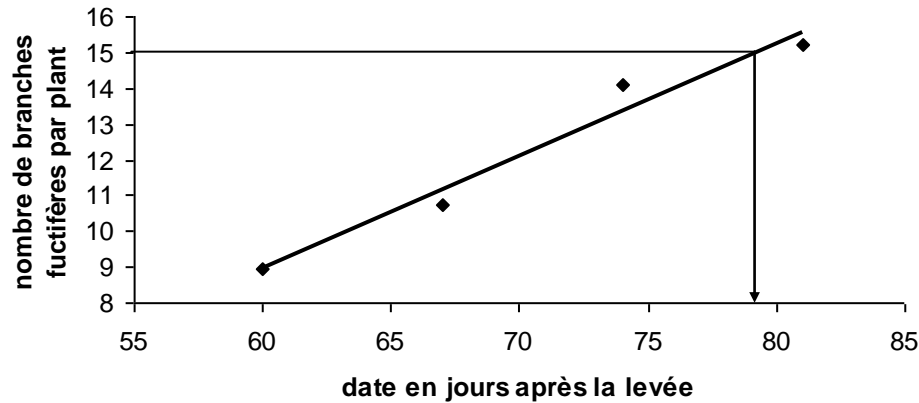


Figure 1 : évolution moyenne de l'apparition des branches fructifères

Taux de rétention des organes fructifères à l'écimage

Seules les parcelles des deux premières modalités furent concernées par cette observation car pour les autres parcelles des ablations d'organes fructifères ont été opérées. Au moment de l'écimage, les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère sont excellents et aucune différence n'est notée entre les deux modalités (Tableau 3)

Tableau 3 : taux rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère au moment de l'écimage

	taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères		
	1 à 5	6 à 10	11 à 15
modalité A	90,3	95,3	99,1
modalité B	89,0	93,3	94,7
F modalité	0,36	1,25	3,84
signification en %	57,7	31,6	10,6

Développement des plants de cotonnier à la récolte

Dans les analyses des caractéristiques de développement de cotonniers à la récolte, malgré l'utilisation d'un contraste permettant d'apprécier les effets de l'écimage en opposant la modalité A à la moyenne des autres modalités, aucun effet significatif n'est mis en évidence (Tableau 4).

Tableau 4 : effet des modalités étudiées sur les caractéristiques de développement des cotonniers à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de noeuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
modalité A	86,1	1,4	18,2	5,8
modalité B	85,5	2,0	17,8	5,7
modalité C	93,3	1,5	18,7	5,3
modalité D	84,1	1,6	18,5	5,3
modalité E	89,1	1,4	17,7	5,5
modalité F	71,1	1,2	16,9	5,7
modalité G	86,6	1,5	18,3	5,4
modalité H	96,5	1,8	18,7	5,7
modalité I	97,1	1,9	19,5	5,2
modalité J	92,7	1,7	18,0	5,4
modalité K	88,4	1,7	18,3	5,6
F modalité	1,65	1,03	1,57	0,55
signification en %	12,1	43,5	14,3	84,6
modalité A	86,1	1,4	18,2	5,8
moyenne des autres modalités	88,4	1,6	18,2	5,5
F contraste	0,15	0,84	0,00	0,97
signification en %	69,9	36,6	99,1	33,1

Examen de la production à l'échelle de plants

Aucune différence n'est observée entre les modalités pour les nombres de capsules entièrement saines par plant (Tableau 5). Les taux de capsules entièrement saines sont toujours très élevés (> 85 %) et si des différences significatives existent entre les modalités de l'étude, le test de Newman Keuls à 5 % ne permet pas de les préciser (Tableau 5). Les taux de rétention des organes fructifères apparus sur les branches fructifères sont à l'avantage du témoin (modalité A) et au désavantage des modalités pour lesquelles le moins d'organes fructifères étaient préservés sur les premières positions des branches 1 à 10 (Tableau 5). Enfin, pour les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 5 et 6 à 10 on retrouve dans le bon ordre les modalités étudiées même si les valeurs réelles s'écartent des objectifs fixés (Tableau 5). Cela se conçoit aisément pour les modalités devant conserver au moment de l'écimage 40 ou 80 % des organes fructifères puisque des abscissions ont pu se produire par la suite, mais moins bien pour celles devant n'en conserver aucun. Cependant, il est très possible que l'inhibition d'un deuxième bourgeon floral ait été levée après l'ablation d'organes fructifères sur certaines positions.

Tableau 5 : effets des modalités étudiées sur les caractéristiques de production à l'échelle de plants

	nombre de capsules entièrement saines par plant	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères		
			sur l'ensemble des branches fructifères	des premières positions des branches fructifères	
				1 à 5	6 à 10
modalité A	6,1	88,8 a	31,5 a	68,7 a	44,8 ab
modalité B	6,4	88,2 a	28,1 ab	70,1 a	38,6 ab
modalité C	7,5	95,9 a	23,4 ab	7,5 c	13,1 c
modalité D	6,4	94,7 a	21,4 b	3,9 c	34,9 ab
modalité E	7,0	92,6 a	28,0 ab	7,2 c	53,5 a
modalité F	4,4	91,1 a	21,2 b	35,0 b	11,2 c
modalité G	5,8	86,4 a	24,1 ab	35,6 b	29,8 b
modalité H	8,2	91,8 a	29,7 ab	35,5 b	52,5 a
modalité I	7,2	93,2 a	25,6 ab	56,6 a	6,5 c
modalité J	7,4	94,2 a	27,2 ab	59,3 a	31,0 b
modalité K	7,5	86,9 a	29,7 ab	58,9 a	48,7 ab
F modalité	1,38	2,22	2,88	44,65	16,61
signification en %	21,6	3,1	0,7	0,0	0,0

Densité de plantation et rendement en coton graine

Les densités de plantation ont été très variables au niveau des parcelles de cette étude : de 3,8 plants/m² à 7,1 plants/m². Cependant en moyenne les densités de plantation sont comparables entre les modalités de cette étude (Tableau 6). Toutefois malgré cette absence de différence entre les densités moyennes, pour les parcelles d'une même modalité et pour presque toutes les modalités un lien apparaît entre densité de plantation et performances de production (Figure 2 et Tableau 7). Pour cette raison, même si des différences significatives sont notées dans les productions des modalités (Tableau 6) sans effet global de l'écimage (contraste significatif à seulement 57,0 %), il semble préférable de s'intéresser aux productions par plant.

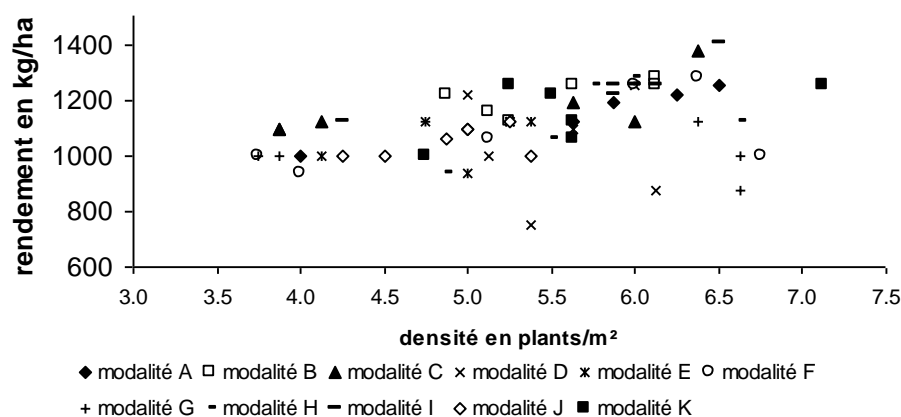


Figure 2 : liaisons entre densité de plantation et rendement en coton graine par modalité étudiée

Tableau 6 : effets des modalités étudiées sur les rendements en coton graine et les densités de plantation

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²
modalité A	1145,8 ab	5,5
modalité B	1213,5 ab	5,5
modalité C	1166,7 ab	5,0
modalité D	1036,5 b	5,4
modalité E	1067,7 ab	5,1
modalité F	1088,5 ab	5,3
modalité G	1020,8 b	5,3
modalité H	1151,0 ab	5,8
modalité I	1250,0 a	5,8
modalité J	1046,9 b	4,9
modalité K	1151,0 ab	5,6
F modalité	2,98	1,26
signification en %	0,5	27,6

Tableau 7 : taux d'explication des variations de rendement en fonction de celles des densités de plantation par modalité

modalité A	r ² de la régression linéaire	0,975
modalité B	r ² de la régression linéaire	0,474
modalité C	r ² de la régression linéaire	0,551
modalité D	r ² de la régression linéaire	0,035
modalité E	r ² de la régression linéaire	0,363
modalité F	r ² de la régression linéaire	0,349
modalité G	r ² de la régression linéaire	0,026
modalité H	r ² de la régression linéaire	0,383
modalité I	r ² de la régression linéaire	0,725
modalité J	r ² de la régression linéaire	0,242
modalité K	r ² de la régression linéaire	0,314

Nous avons alors retenu les productions de capsules entièrement saines et par répétition nous avons exprimé les résultats obtenus dans les parcelles où les cotonniers avaient été écimés par rapport à ceux de la parcelle où les cotonniers n'ont pas été écimés. Il semble alors que les performances des cotonniers écimés seront en moyenne plus souvent voisines ou supérieures à celles des cotonniers non écimés lorsque les taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère sont pour les cinq premières branches fructifères supérieurs à 45 % (Figure 3), pour les cinq suivantes supérieurs à 42 % (Figure 4) et pour les 10 premières branches fructifères supérieurs à 39 % (Figure 5). Ces seuils pourraient alors être utilisés au moment de l'écimage pour décider ou non de la réalisation de cette pratique sachant que s'ils n'étaient pas atteints à ce moment là les performances des cotonniers écimés ont moins de chance d'égaler ou de dépasser celles de cotonniers non écimés.

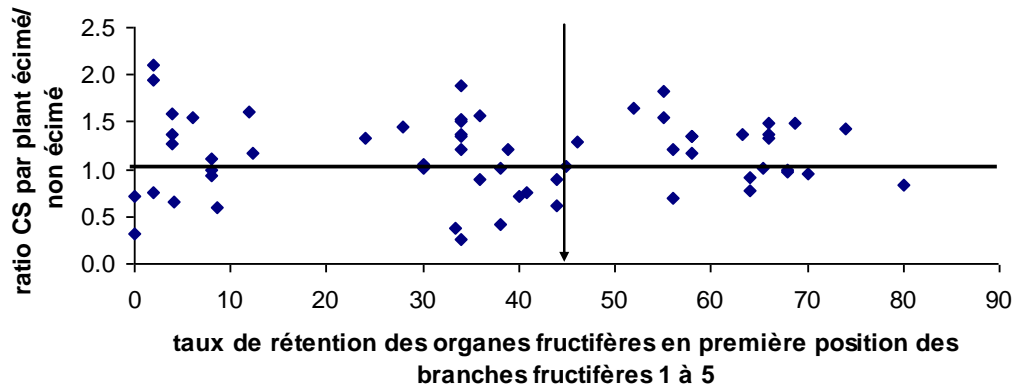


Figure 3 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5

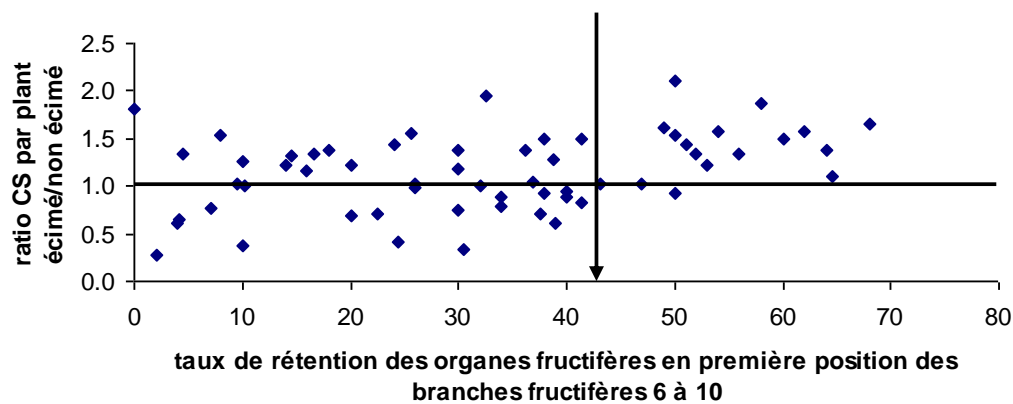


Figure 4 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10

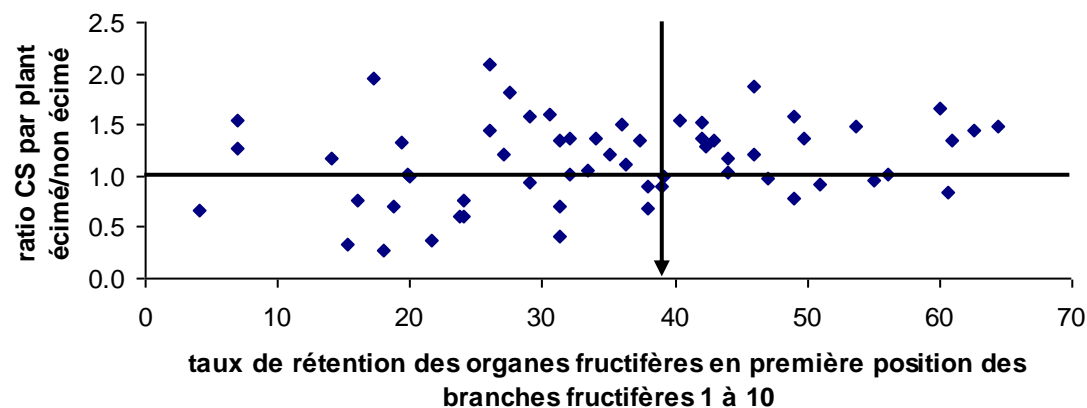


Figure 5 : liaison entre les ratios écimé/non écimé pour les nombres de capsules entièrement saines par plant et les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 10

5 Conclusions et discussion

Si globalement l'écimage n'a eu aucune incidence sur les productions, ses performances comparées à la non réalisation d'un écimage semblent dépendants des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des dix premières branches fructifères : meilleurs seront ces taux (dans

cette étude > 39 %) meilleures seront les performances d'un écimage. Ce critère pourrait constituer une règle pour décider ou non de la pratique d'un écimage. Elle pourrait alors être validée dans de futures expérimentations.

annexe 1 : dates des opérations culturales

		date de réalisation
piquetage		10-juin
semis		20-juin
resemis		27-juin
sarclage	1	6-juil.
sarclage	2	22-juil.
sarclage	3	4-août
déherbage	4	9-sept.
démariage		4-juil.
apport engrais complet		1-juil.
apport urée		16-juil.
buttage		6-août
traitement	1	22-juil.
traitement	2	29-juil.
traitement	3	5-août
traitement	4	12-août
traitement	5	19-août
traitement	6	26-août
traitement	7	2-sept.
traitement	8	9-sept.
traitement	9	16-sept.
traitement	10	23-sept.
traitement	11	30-sept.
traitement	12	7-oct.
traitement	13	14-oct.

ÉTUDE DE LA FAISABILITE EN MILIEU REEL AU MALI D'UN ECIMAGE RAISONNÉ DES COTONNIERS EN COURS DE CAMPAGNE

1 Justification

Les études conduites en milieu réel au cours de la campagne 2004 ont montré que la pratique de l'écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne était bien acceptée par les agriculteurs certains l'ayant déjà appliquée par le passé. Toutefois les superficies concernées par ces opérations étaient beaucoup trop faibles pour avoir une bonne appréciation de la faisabilité de cette pratique dont la réalisation pourrait exiger entre 5 et 7 jours de travail pour une personne sur un hectare.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été d'apprécier sur des superficies significatives la faisabilité et l'acceptation de cette pratique de l'écimage en milieu réel (recommandations des réunions de concertation IER CMDT OHVN des 17 au 19 mars 2004 et des 9 au 11 mars 2005 à N'Tarla). Par ailleurs elle devait permettre de vérifier sur de plus grandes surface les effets d'un écimage raisonné des cotonniers en cours de campagne à savoir : la diminution des infestations de chenilles carpophages en fin de campagne, la possibilité de supprimer les deux dernières applications insecticides et l'absence d'incidence de ces deux pratiques sur la production.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Trois modalités de conduite de la culture cotonnière ont été comparées (Tableau 1). L'écimage des cotonniers a été pratiqué dès l'apparition de la 15^{ème} branche fructifère. Les matières actives insecticides et leurs doses d'utilisation à chaque date d'intervention respecteront les consignes données par le Développement

Tableau 1 : Modalités de l'étude (objets)

		dates des interventions insecticides					
étêtage		en jours après la levée					
A	non étêtés	45	59	73	87	101	115
B	étêtés	45	59	73	87	101	115
C	étêtés	45	59	73	87		

3.2 dispositif expérimental et implantation

Les villages de Badabala et Niagansoni ont été sélectionnés. Au sein de chaque village 5 paysans volontaires ont été retenus. A l'intérieur de leur champ, les trois modalités ont été comparées chacune étant appliquée sur une partie de champ d'au moins 2 000 m² et comprenant au moins 40 lignes de cotonniers. Aucun dispositif statistique n'a été adopté car l'implantation des parties de champ recevant les différentes modalités dépendait du sens du vent dominant pour éviter que la modalité C bénéficie, par dérive, de la protection des deux autres modalités.

3.3 observations

Au niveau de chaque partie de champ recevant une des modalités comparées, on a délimité 5 zones d'observation qui comprenait 10 lignes de 5 mètres de long. Les observations réalisées ont porté sur : l'apparition des branches fructifères, l'estimation des temps nécessaires à l'écimage, la dynamique des infestations de ravageurs carpophages après l'écimage, le suivi des abscissions dues à ces ravageurs après l'écimage, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

3.4 réalisations

Dans aucun des villages le protocole de cette étude fut respecté dans son intégralité. A Badabala les parties de chaque champ qui devaient être réservées à cette étude ont bien été délimitées mais seules les deux lignes centrales des zones d'observations ont été écimées lorsqu'elles appartenaient aux parties B et C. A Niagansoni les parties de champ n'étaient en moyenne que de 900 m². En conséquence la faisabilité de l'écimage n'a pas pu être appréciée puisque cette opération a concerné des superficies beaucoup trop restreintes.

Par ailleurs à Niagansoni au moment de l'examen détaillé de la production à l'échelle de plants toutes les parties A des champs étaient déjà récoltées quand ce n'étaient pas toutes les parties A, B et C. Enfin à Badabala les récoltes de coton graine au niveau des zones d'observation ont concerné les deux lignes écimées et furent comparées à celles de deux lignes non écimées, considérées comme témoins, voisines de chaque zone d'observation.

3.5 opérations culturales

A Badabala les dates de levée ont été très variables suivant les parcelles (du 29 mai au 30 juin). Le démariage réalisé entre le 12^{ième} et 33^{ième} jour après la levée ne fut qu'une seule fois précédé de l'épandage d'engrais complet car il eut lieu toujours après mais au plus tard 15 jours après. L'épandage d'urée a toujours été réalisé avant (3 à 6 jours avant) ou au moment du buttage qui intervint entre le 33^{ième} et le 56^{ième} jour après la levée. Le démariage a souvent été l'occasion de réaliser le premier sarclage mais dans une parcelle ce premier entretien intervint une journée après la levée. Un deuxième sarclage a été effectué sur toutes les parcelles entre le 35^{ième} et le 61^{ième} jour après la levée. Trois parcelles ont reçu un dernier sarclage entre le 77^{ième} et le 107^{ième} jour après la levée. Toutes les parcelles ont reçu 4 applications insecticides la première étant effectuée avant le 45^{ième} jour après la levée. A l'exception d'une parcelle sur laquelle la fréquence des interventions fut plus élevée (7 à 12 jours d'intervalle entre deux interventions successives), l'intervalle moyen entre deux applications est relativement régulier (12 à 16 jours).

A Niagansoni les dates de levée ont également été très variables suivant les parcelles (du 28 mai au 3 juillet). Le démariage réalisé toujours avant le 20^{ième} jour après la levée a été suivi de l'épandage d'engrais complet 2 à 11 jours après. Le buttage qui intervint entre le 34^{ième} et le 59^{ième} jour après la levée a été souvent associé à l'épandage d'urée (seule deux parcelles reçurent cet apport 1 à 3 jours avant). Comme à Badabala le démariage est toujours l'occasion du premier entretien des parcelles contre les adventices. A l'exception d'une seule parcelle, trois autres sarclages suivirent ce premier entretien. Le premier traitement insecticide intervint entre le 30^{ième} et le 43^{ième} jour après la levée. Il fut suivi au minimum de trois autres applications trois parcelles en recevant une cinquième. Une certaine régularité des interventions phytosanitaires est notée mais l'intervalle entre deux applications successives est en moyenne de 16 jours.

4 Résultats

Dénombrement des branches fructifères

Il n'y a qu'à Badabala où l'évolution de l'apparition des branches fructifères sur la tige principale de cotonniers (Figure 1) a pu être suivie régulièrement car à Niagansoni les observations ont souvent débuté trop tard au moment où les cotonniers avaient déjà ou presque formé 15 branches fructifères.

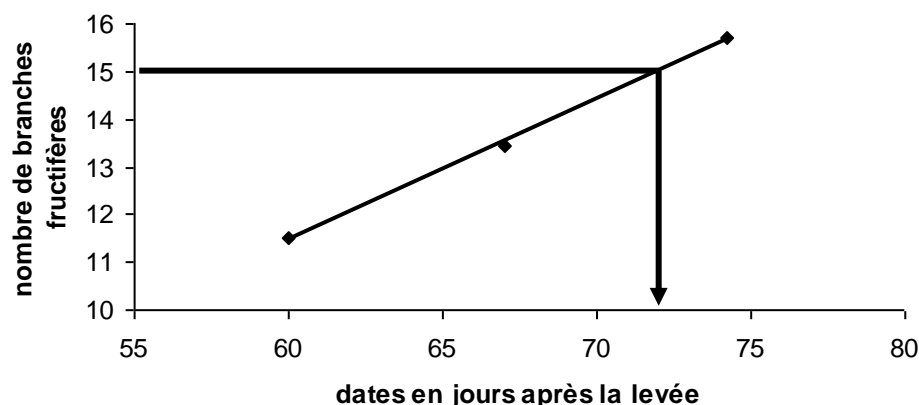


Figure 1 : évolution moyenne de l'apparition des branches fructifères à Badabala

Ecimage des cotonniers

Si à Badabala l'écimage des cotonniers a été effectué suivant les parcelles entre le 75^{ième} et le 79^{ième} jour après la levée, à Niagansoni les écarts entre parcelles sont beaucoup plus importants : du 47^{ième} au 81^{ième} jour après la levée.

Dans l'ensemble les agriculteurs ont en majorité jugé facile la règle de décision, simple le geste de l'écimage, rapide et utile sa réalisation (Tableau 2). Par contre les réponses sont beaucoup plus diverses lorsqu'il s'agit de la date de réalisation de cette pratique (Tableau 2).

Tableau 2 : appréciations des producteurs sur la pratique de l'écimage (% de réponses dans chaque catégorie)

	réponses	Badabala	Niagansoni
règle de décision de l'étêtage	facile	100,0 %	100,0 %
	compliquée		
	indifférent		
date de réalisation ?	trop tôt		20,0 %
	normale	40,0 %	40,0 %
	trop tard	60,0 %	20,0 %
	indifférent		20,0 %
geste d'étêtage au niveau du cotonnier ?	simple	100,0 %	80,0 %
	difficile		20,0 %
	indifférent		
pénibilité au niveau de la parcelle ?	rapide	100,0 %	100,0 %
	pas contraignant		
	trop long		
	indifférent		
utilité de réalisation ?	mauvais		
	pas d'effet		
	utile	100,0 %	80,0 %
	indifférent		20,0 %

Infestations de chenilles carpophages

A Badabala l'espèce *H. armigera* a presque toujours été dominante sur l'ensemble de la campagne les deux autres espèces habituellement rencontrées jouant le même rôle (Figure 2). A Niagansoni la prédominance d' *H. armigera* n'est observée que pendant la première moitié de la campagne car à

partir de la dernière décade de septembre *D. watersi* remplacé parfois par *Earias* sp est plus souvent l'espèce dominante (Figure 3).

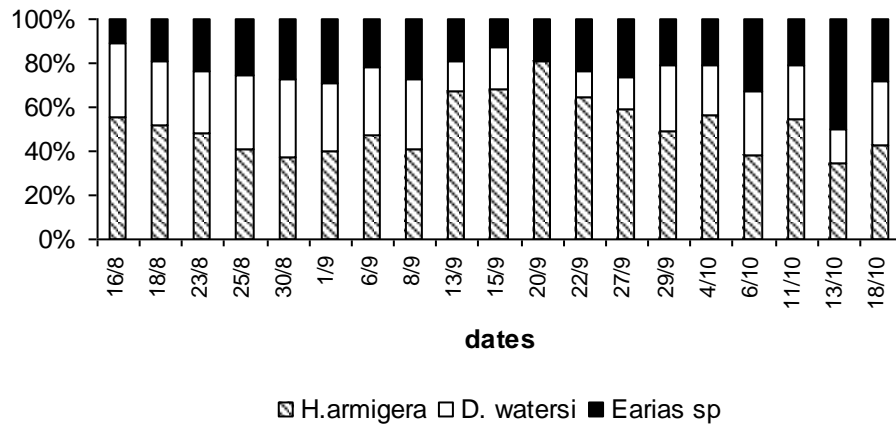


Figure 2 : importance relative des espèces carpophages au cours de la campagne à *Badabala*

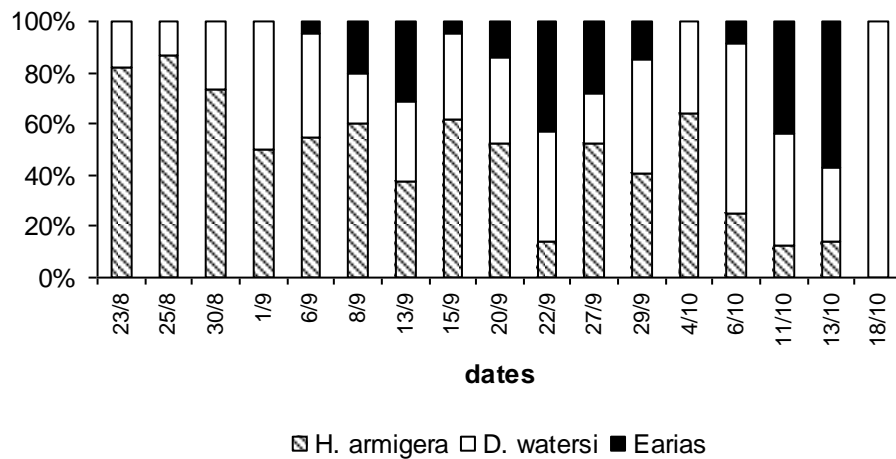


Figure 3 : importance relative des espèces carpophages au cours de la campagne à *Niagansoni*

Les niveaux d'infestations ont toujours été plus élevés à Badabala qu'à Niagansoni et sur les parcelles non écimées que sur les parcelles écimées comme le montrent les figures 4 et 5 et le tableau 3.

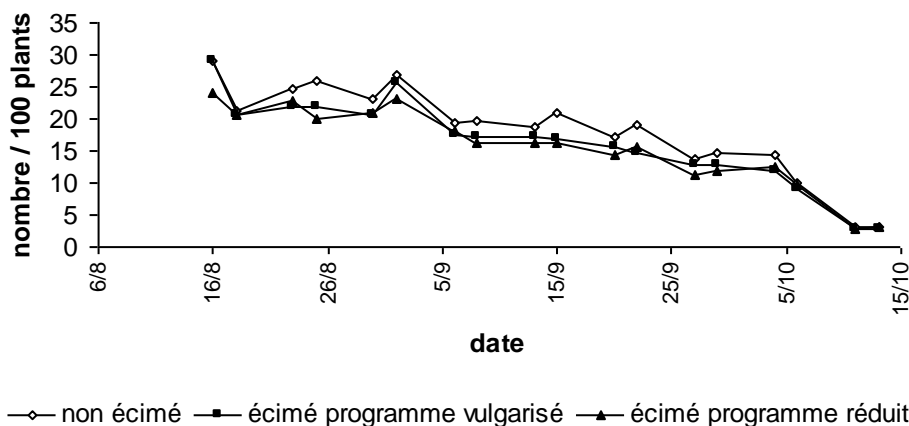


Figure 4 : évolution des infestations de chenilles carpophages en fonction des modalités étudiées à *Badabala*

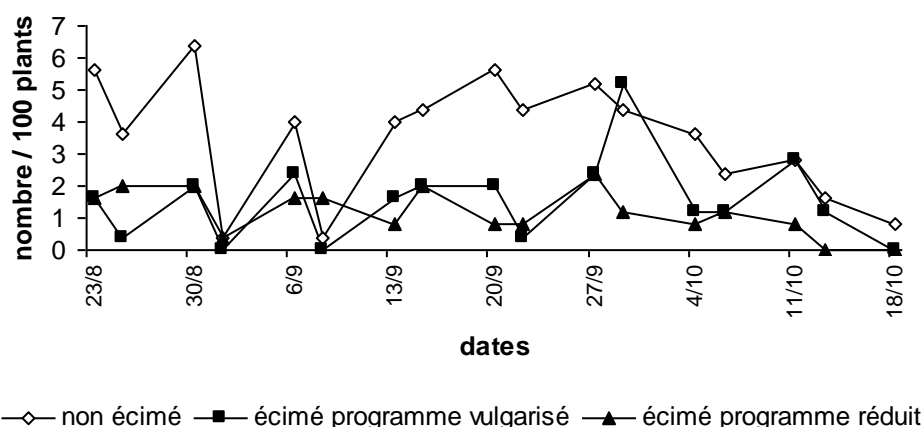


Figure 5 : évolution des infestations de chenilles carpophages en fonction des modalités étudiées à Niagansoni

Tableau 3 : effet des modalités étudiées sur les infestations de chenilles carpophages moyennes par observation et pour 100 plants

	nombre pour 100 plants par observation	
	Badabala	Niagansoni
non écimé programme vulgarisé	17,0 b	3,8 b
écimé programme vulgarisé	12,1 a	1,7 a
écime programme réduit	12,4 a	1,3 a
F pratiques	89,87	11,44
signification en %	0,0	0,5
transformation		racine (x+1)

Abscissions d'organes fructifères

Conséquence de la diminution des infestations de chenilles carpophages, on observe moins d'abscissions dues à ces ravageurs lorsque les cotonniers sont écimés (Tableau 4). Toutefois cet avantage n'est significatif qu'à 6 % à Niagansoni. Dans les abscissions non dues aux ravageurs carpophages on note des réponses inverses en fonction des villages : à Badabala les cotonniers écimés connaissent plus de pertes d'organes non dues aux ravageurs carpophages alors qu'à Niagansoni l'inverse est observé (Tableau 4).

Tableau 4 : effet des modalités étudiées sur les abscissions d'organes fructifères

	nombre d'organes fructifères tombés pour 100 m ² et par observation			
	troués par une chenille carpophage		non troués par une chenille carpophages	
	Badabala	Niagansoni	Badabala	Niagansoni
non écimé programme vulgarisé	241,4 b	21,7	165,2 a	197,6 b
écimé programme vulgarisé	211,9 a	14,3	218,2 b	120,7 a
écime programme réduit	210,8 a	14,9	227,4 b	133,8 a
F pratiques	56,89	4,07	24,97	45,39
signification en %	0,0	6,0	0,0	0,0

Développement des cotonniers à la récolte

Aucune influence des modalités étudiées n'a été mise en évidence dans les caractéristiques de développement des cotonniers à la récolte à Badabala (Tableau 5). A Niagansoni les valeurs de ces

caractéristiques ne sont pas présentées car elles n'ont pas pu être obtenues pour les cotonniers non écimés.

Tableau 5 : caractéristiques de développement des cotonniers à la récolte à Badabala

	hauteur en cm	nombre de branches végétatives par plant	nombre de noeuds	numéro du nœud de la première branche fructifère
non écimé programme vulgarisé	96,3	1,2	20,3	5,4
écimé programme vulgarisé	96,3	1,3	20,3	5,4
écime programme réduit	96,4	1,1	20,3	5,4
F pratiques	0,01	1,04	0,10	2,16
signification en %	98,8	39,9	90,4	17,7

Caractéristiques de la production à l'échelle des plants

Avec des taux de capsules entièrement saines relativement élevés et de bons niveaux de rétention des organes fructifères aucune influence des modalités étudiées n'est mise en évidence dans les caractéristiques de la production à l'échelle de plant à Badabala (Tableau 6). A Niagansoni les valeurs de ces caractéristiques ne sont pas présentées car elles n'ont pas pu être obtenues pour les cotonniers non écimés.

Tableau 6 : effet des modalités étudiées sur les caractéristiques de production à l'échelle de plant à Badabala

	nombre de capsules entièrement saines par plant	taux (en %) de capsules entièrement saines	taux (en %) de rétention des organes fructifères		
			sur l'ensemble des branches fructifères	sur les premières positions des branches fructifères	
				1 à 5	6 10
non écimé programme vulgarisé	20,8	90,6	56,4	75,7	59,4
écimé programme vulgarisé	20,9	91,8	55,7	75,3	59,4
écime programme réduit	20,4	90,5	55,1	75,0	58,5
F pratiques	0,42	0,48	0,31	0,28	0,19
signification en %	67,3	63,9	74,8	76,4	83,0
transformation		$\arcsin\sqrt{p}$	$\arcsin\sqrt{p}$	$\arcsin\sqrt{p}$	$\arcsin\sqrt{p}$

Densité de plantation et production de coton graine

Avec de très faibles variations de densité de plantation aucune liaison n'apparaît pour le rendement en coton graine et cette caractéristique à Badabala (Figure 6).

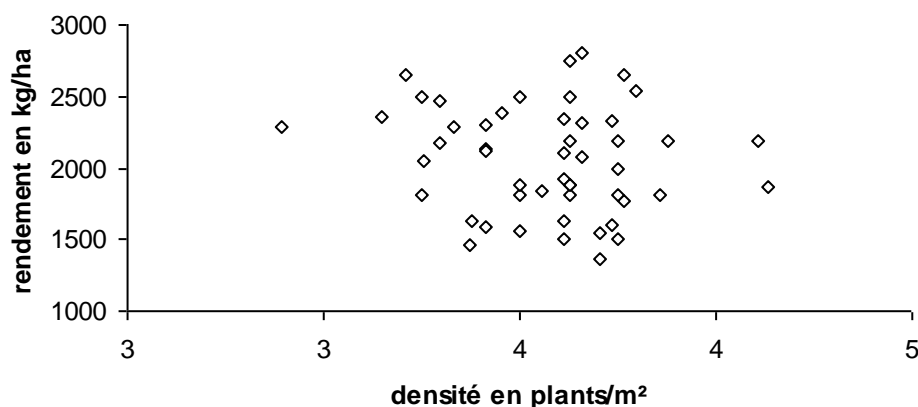


Figure 6 : liaison entre densité de plantation et production de coton graine toutes modalités confondues à Badabala

Dans les analyses de regroupement, les performances de production des zones où les cotonniers ont été écimés sont en moyenne plus élevées que celles des zones où les cotonniers ne l'ont pas été (Tableau 7), mais les différences ne sont significatives qu'à 5,1 % lorsque le programme de protection appliqué aux cotonniers écimés est celui vulgarisé et 13,3 % lorsque le programme de protection réduit est appliqué aux cotonniers écimés. Toutefois dans une parcelle une différence significative est apparue en faveur des cotonniers écimés recevant le programme de protection vulgarisé.

Tableau 7 : effet des modalités étudiées sur les productions de coton graine à Badabala

	rendement en kg/ha	
	programme vulgarisé	programme réduit
non écimé	1930,2	1934,1
écimé	2077,8	2035,2
F pratiques	7,62	3,52
Signification en %	5,1	13,3
F interaction pratiques x champ	0,58	1,03
signification en %	68,4	41,7

A Niagansoni où aucune liaison n'apparaît également entre densité de plantation et rendement en coton graine (Figure 7), les cotonniers écimés recevant le programme de protection vulgarisé ont produit significativement plus que ceux n'étant pas écimés dont les productions ne diffèrent de celles des cotonniers écimés recevant le programme de protection réduit (Tableau 8).

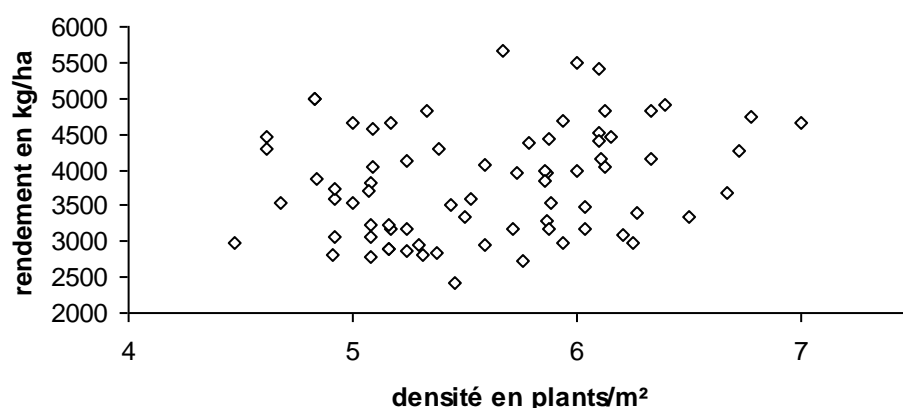


Figure 7 : liaison entre densité de plantation et production de coton graine toutes modalités confondues à Niagansoni

Tableau 7 : effet des modalités étudiées sur les productions de coton graine à Niagansoni

	rendement en kg/ha
non écimé programme vulgarisé	3458,5 b
écimé programme vulgarisé	4224,1 a
écime programme réduit	3766,4 b
F pratiques	8,82
signification en %	1,0

5 Conclusions et discussion

Au regard de son acceptation par les producteurs, la réalisation d'un écimage des cotonniers en cours de campagne semble pouvoir être réalisable en milieu réel. Cet écimage a permis de diminuer les infestations de chenilles carpophages et par voie de conséquence leurs dégâts sans avoir d'incidence sur les performances de production. Au contraire, une réduction du programme de protection semble parfaitement envisageable.

Outre une confirmation de ces tendances, il conviendrait d'appréhender la faisabilité de cette pratique sur de grandes surfaces car même si ce fut l'objectif initial de cette étude il reste à atteindre du fait d'un mauvais respect des protocoles dans les deux villages.

annexe 1 : opérations culturales à Badabala

		parcelle paysanne				
		1	2	3	4	5
date de labour		15-mai	20-mai	10-mai	20-juin	20-mai
date de levée	1	29-mai	13-juin	26-mai	30-juin	02-juin
	2					
	3					
date de démariage		21-juin	25-juin	24-juin	13-juil	05-juil
date de buttage		18-juil	16-juil	20-juil	16-août	28-juil
date d'épandage d'engrais complet		20-juin	28-juin	09-juil	13-juil	15-juil
date d'épandage d'urée		10-juil	13-juil	20-juil	10-août	28-juil
date de sarclage	1	27-juin	14-juin	24-juin	13-juil	05-juil
	2	22-juil	18-juil	26-juil	10-août	01-août
	3	05-sept	29-août	10-sept		
	4					
date des traitements	1	08-juil	07-juil	10-juil	11-août	16-juil
	2	20-juil	21-juil	24-juil	18-août	31-juil
	3	05-août	06-août	09-août	30-août	15-août
	4	20-août	21-août	22-août	07-sept	30-août
	5					
	6					
	7					
écimage		12-août	27-août	13-août	14-sept	17-août

annexe 2 : opérations culturales à Niangansononi

		parcelle paysanne				
		1	2	3	4	5
date de labour		11-mai	12-mai	11-mai	22-juin	10-mai
date de levée	1	28-mai	12-juin	29-mai	03-juil	28-mai
	2					
	3					
date de démariage		11-juin	20-juin	16-juin	04-juil	17-juin
date de buttage		18-juil	19-juil	27-juil	06-août	14-juil
date d'épandage d'engrais complet		20-juin	22-juin	21-juin	15-juil	20-juin
date d'épandage d'urée		17-juil	19-juil	27-juil	06-août	12-juil
date de sarclage	1	11-juin	20-juin	16-juin	04-juil	17-juin
	2	02-juil	09-juil	06-juil	13-juil	05-juil
	3	10-août	08-août	15-août	20-août	21-août
	4	26-août	26-août	03-sept		14-sept
date des traitements	1	04-juil	12-juil	11-juil	11-août	06-juil
	2	19-juil	26-juil	28-juil	29-août	19-juil
	3	03-août	11-août	17-août	14-sept	01-août
	4	20-août	29-août	28-août	29-sept	19-août
	5	09-sept		13-sept		31-août
	6					
	7					
écimage		16-août	16-août	17-août	19-août	17-août

ÉVALUATION DE L'INTÉRÊT DE PLANTES PIÈGES POUR LUTTER CONTRE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER) EN CULTURE COTONNIÈRE AU MALI

1 Justification

En dehors du cotonnier, certaines plantes cultivées sont connues pour être des hôtes d'*H. armigera*. Dans la mesure où les dégâts provoqués sur ces hôtes sont de moindres conséquences économiques, il pourrait alors s'avérer intéressant d'utiliser leur pouvoir attractif vis-à-vis de ce ravageur comme méthode de lutte afin de limiter le recours aux pesticides dans les parcelles cotonnières.

2 Objectifs

Le principal objectif de l'étude proposée a été d'examiner l'intérêt, en tant que piège, de différentes plantes hôtes d'*H. armigera* dans la lutte contre cette noctuelle en culture cotonnière en particulier au moment où ses infestations sont les plus fortes, c'est-à-dire en fin de campagne. L'intérêt de ces plantes hôtes vis-à-vis d'autres ravageurs de la culture cotonnière devait être également apprécié.

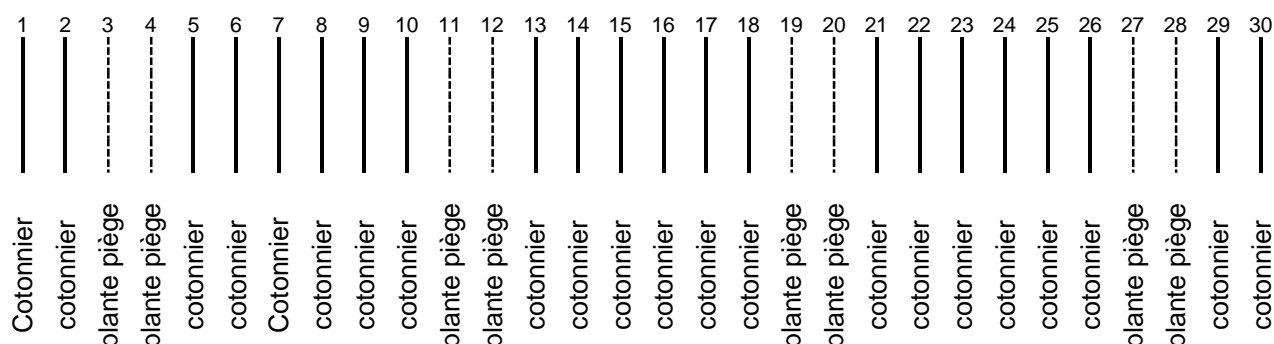
3 Matériel et méthodes

3.1 Dispositif statistique et modalités étudiées

Dans un dispositif factoriel à 4 répétitions deux facteurs ont été étudiés : la protection de la culture cotonnière et l'emploi ou non d'une plante piège pour *H. armigera*.

Le premier facteur comporta deux niveaux : absence de protection et réalisation d'une protection insecticide calendaire jusqu'au 20 septembre au moment où les infestations de chenilles carpophages commencent habituellement à croître au Mali. Le second facteur comporta trois modalités : la culture cotonnière sans plante piège, la culture cotonnière avec le gombo en tant que plante piège et la culture cotonnière avec le pois d'angle en tant que plante piège.

Chaque parcelle élémentaire comprenait 30 lignes de 15 mètres respectant l'écartement de 0,8 mètre entre ligne. Pour les parcelles sans plante piège, les 30 lignes étaient semées en cotonniers selon les recommandations faites au Développement (0,3 mètre entre poquets avec un démariage à 2 plants pour les cotonniers). Pour les parcelles avec une plante piège, le schéma suivant a été respecté (2 lignes de plantes pièges toutes les 6 lignes de cotonniers) :



Pour éviter toutes interactions phytosanitaires entre parcelles élémentaires chacune d'elles a été entourée d'allées de 5 mètres de large.

3.2 conditions de culture

En dehors de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales concernant la culture cotonnière ont été celles recommandées au Développement : en particulier le choix variétal (STAM 59 A), la densité de plantation et la fertilisation minérale (200 kg/ha d'engrais complexe (14 - 18 - 18 - 6 - 1) et 50 kg/ha d'urée. Les cultures pièges introduites dans certaines parcelles ont reçu la même fertilisation que celle appliquée aux cotonniers et leurs densités de plantation ont respecté les normes habituelles les concernant. Cette étude a été semée le 23 juin et les autres opérations culturales sont détaillées en annexe 1. La variété de pois d'angle était ICPL 88039 (ayant un cycle de 82 jours), celle de gombo CLEMSON (ayant un cycle de 75-80 jours). Les formulations insecticides étaient : Rocky 350EC : (endosulfan 350 g/l) utilisé à 1 l/ha pour les deux premières applications et Conquest + 388 EC (cyperméthrine 72 g/l + acétamépride 16 g/l + triazophos 300 g/l) employé à 0.5l/ha pour le deux suivantes (car arrêt de la protection au 20 septembre).

3.3 observations sur les cotonniers

Toutes les observations ont été réalisées dans la partie centrale de chaque parcelle élémentaire.

Sur cotonnier elles ont porté sur : les infestations de chenilles carpophages, le suivi des abscissions leur étant attribuables, la dynamique des infestations d'insectes piqueurs suceurs, le suivi des populations d'auxiliaires, le développement des cotonniers (taille et nombre de branches fructifères), l'évolution des taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère, l'évolution de la fructification (volume de floraison, niveau de floraison, NAWF et charge capsulaire), l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

Sur les plantes pièges, elles ont concerné : la dynamique des chenilles carpophages et des insectes piqueurs suceurs, la floraison, l'estimation des rendements et le contrôle de la densité de plantation

4 Résultats

Développement des cotonniers pendant la campagne

Le développement des cotonniers a été observé à travers des observations sur les évolutions : de l'apparition des branches fructifères, de la taille des cotonniers, des charges en organes fructifères de plants, du volume de floraison, du niveau de floraison et du critère NAWF qui est le nombre de nœuds fructifères de la tige principale au dessus du nœud fructifère portant une fleur épanouie en première position.

La croissance en hauteur des cotonniers ne semble pas avoir été affectée par la présence d'une plante piège comme le montrent la figure 1 et le tableau 1.

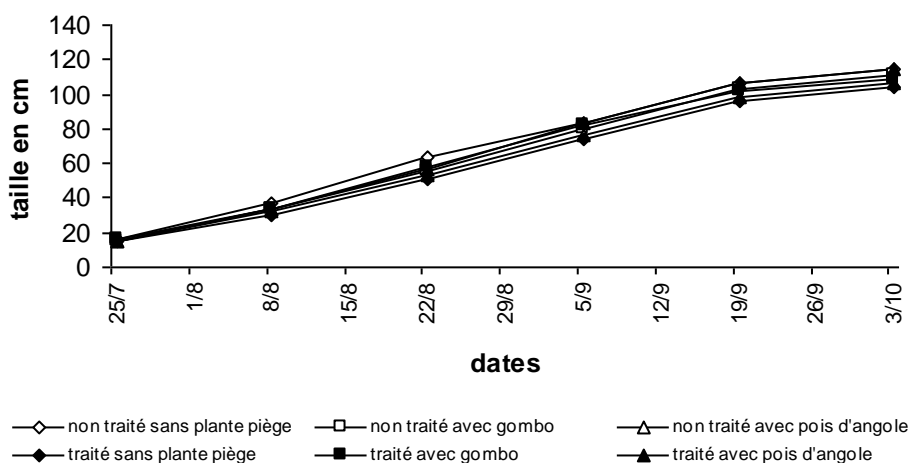


Figure 1 : croissance en hauteur des cotonniers en fonction des modalités étudiées

Tableau 1 : croissance en hauteur des cotonniers en fonction des modalités étudiées

	taille en cm à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
non traité	15.6	34.2	57.3	79.5	102.6	111.0
traité	15.5	32.5	55.2	79.8	101.5	109.0
F protection	0.01	0.23	0.12	0.00	0.05	0.20
signification en %	90.2	64.0	73.3	96.5	82.6	66.6
sans plante piège	15.7	33.8	57.0	78.8	101.4	109.6
avec gombo	15.7	33.5	56.9	80.7	102.6	110.0
avec pois d'angole	15.2	32.7	55.0	79.5	102.2	110.4
F plante piège	0.07	0.04	0.05	0.04	0.02	0.01
signification en %	92.9	96.4	95.6	96.5	98.3	98.9
non traité sans plante piège	16.4	37.3	63.2	83.2	106.3	115.0
non traité avec gombo	15.6	33.2	55.6	79.3	103.1	111.2
non traité avec pois d'angole	14.9	32.1	53.2	76.1	98.6	106.8
traité sans plante piège	15.0	30.3	50.7	74.3	96.6	104.1
traité avec gombo	15.9	33.9	58.2	82.2	102.1	108.7
traité avec pois d'angole	15.5	33.3	56.8	82.9	105.9	114.1
F interaction	0.22	0.59	0.75	0.61	0.89	1.30
signification en %	80.9	57.3	49.3	55.9	43.4	30.2

Toutefois en l'absence de protection insecticide la proximité des cotonniers du pois d'angole a eu une incidence négative significative sur leur croissance (Tableau 2 b). Dans les autres situations de cette étude (Tableaux 2 a, 2 c et 2 d) il ne semble pas y avoir d'influence de la proximité d'une plante piège sur la croissance en hauteur des cotonniers.

Tableau 2 : effet de la proximité d'une plante piège sur la croissance en hauteur des cotonniers

2 a : parcelle non traitée avec du gombo

éloignement de la plante piège	taille en cm à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	15,9	34,2	57,1	78,7	102,3	113,8
à 2,4 m	15,3	32,2	54,0	79,8	103,9	108,7
F éloignement	0,04	0,11	0,13	0,02	0,09	2,62
signification en %	84,3	75,5	73,8	89,2	78,2	20,4

2 b : parcelle non traitée avec du pois d'angle

éloignement de la plante piège	taille en cm à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	11,8 b	23,5 b	37,2 b	58,6 b	83,0 b	97,1
à 2,4 m	18,0 a	40,6 a	69,1 a	93,6 a	114,2a	116,5
F éloignement	23,58	35,71	44,00	29,94	23,01	5,09
signification en %	1,5	0,8	0,6	1,0	1,6	10,8

2 c : parcelle traité avec du gombo

éloignement de la plante piège	taille en cm à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	13,6	28,7	49,2	76,9	98,8	105,2
à 2,4 m	18,2	39,1	67,1	87,5	105,5	112,3
F éloignement	8,20	4,75	5,10	1,15	0,52	0,62
signification en %	6,3	11,7	10,8	36,3	52,5	49,0

2 d : parcelle traitée avec du pois d'angle

éloignement de la plante piège	taille en cm à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	16,1	35,3	59,9	86,2	107,6	115,7
à 2,4 m	14,9	31,3	53,8	79,7	104,2	112,5
F éloignement	0,35	0,64	0,43	0,36	0,12	0,11
signification en %	59,6	48,4	56,0	59,5	74,6	75,5

Les mêmes constats peuvent être faits à propos de la formation des branches fructifères sur la tige principale des cotonniers à savoir une influence négative de la proximité des cotonniers et du pois d'angle en conditions non traitées (Tableau 4 b) sans pour autant d'effet global de la présence ou non d'une plante piège (Tableau 3 et Figure 2).

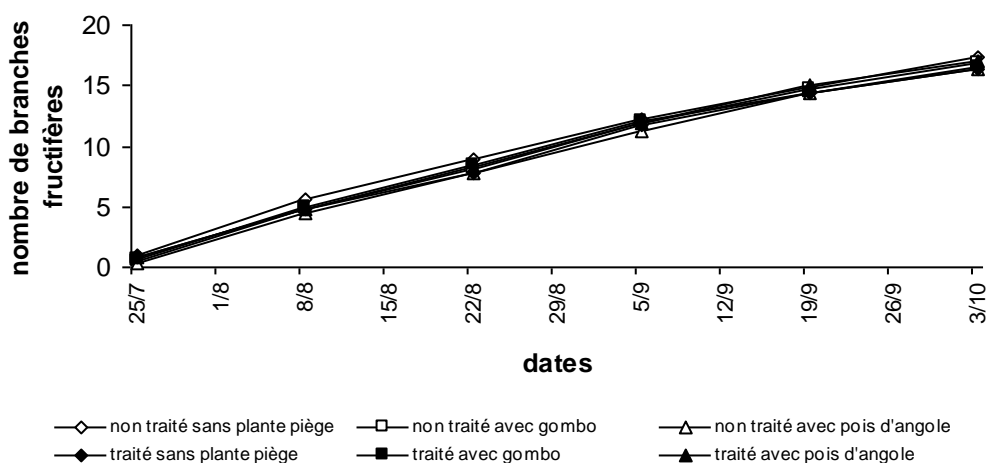


Figure 2 : formation des branches fructifères des cotonniers en fonction des modalités étudiées

Tableau 3 : formation des branches fructifères des cotonniers en fonction des modalités étudiées

	nombre de branches fructifères à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
non traité	0,6	4,9	8,3	11,8	14,7	16,9
traité	0,8	4,9	8,1	11,9	14,6	16,6
F protection	0,36	0,01	0,12	0,09	0,01	0,48
signification en %	56,5	92,6	73,4	76,0	90,9	50,3
sans plante piège	0,9	5,2	8,3	12,0	14,7	16,9
avec gombo	0,5	4,9	8,2	11,9	14,6	16,7
avec pois d'angle	0,6	4,7	8,0	11,6	14,6	16,7
F plante piège	0,58	0,40	0,11	0,29	0,01	0,04
signification en %	57,5	68,3	89,4	75,4	98,8	96,1
non traité sans plante piège	1,0	5,5	9,0	12,3	14,9	17,4
non traité avec gombo	0,4	4,7	8,1	11,8	14,7	16,9
non traité avec pois d'angle	0,4	4,5	7,8	11,3	14,3	16,4
traité sans plante piège	0,9	4,9	7,7	11,7	14,4	16,3
traité avec gombo	0,7	5,0	8,4	12,1	14,5	16,5
traité avec pois d'angle	0,8	4,8	8,2	12,0	15,0	17,1
F interaction	0,22	0,42	0,83	0,70	0,73	1,38
signification en %	80,5	67,0	45,7	51,4	50,3	28,1

Tableau 42 : effet de la proximité d'une plante piège sur la formation des branches fructifères

4 a : parcelle non traitée avec du gombo

éloignement de la plante piège	nombre de branches fructifères à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	0,6	4,5	7,3	11,0	14,2	16,9
à 2,4 m	0,2	5,0	8,8	12,7	15,3	17,0
F éloignement	NA	0,18	1,69	5,19	4,87	0,13
signification en %		69,6	28,4	10,6	11,4	74,0

4 b : parcelle non traitée avec du pois d'angle

éloignement de la plante piège	nombre de branches fructifères à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	0,3	3,4 b	6,1 b	10,2 b	13,6 b	15,6 b
à 2,4 m	0,4	5,6 a	9,6 a	12,4 a	15,1 a	17,3 a
F éloignement	NA	29,49	82,58	66,94	38,44	34,75
signification en %		1,1	0,2	0,3	0,7	0,8

4 c : parcelle traitée avec du gombo

éloignement de la plante piège	nombre de branches fructifères à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	0,3	4,3	7,2	11,5	14,5	16,1
à 2,4 m	0,9	5,6	9,5	12,6	14,5	17,0
F éloignement	NA	1,78	3,30	1,41	0,00	1,04
signification en %		27,5	16,6	32,1	98,0	38,5

4 d : parcelle traitée avec du pois d'angle

éloignement de la plante piège	nombre de branches fructifères à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	0,7	4,6	7,9	11,5	15,2	17,1
à 2,4 m	0,9	5,1	8,5	12,5	14,8	17,0
F éloignement	NA	0,39	0,36	1,41	0,28	0,03
signification en %		58,0	59,2	32,2	63,3	87,7

Dans les évolutions de charges en organes fructifères portées par les cotonniers, des différences semblent apparaître entre les modalités étudiées (Figures 3 et 4). Elles sont notées en début septembre pour les boutons floraux et un mois plus tard pour les capsules (il faut d'ailleurs en moyenne 30 jours de développement au bouton floral avant son épanouissement en fleur).

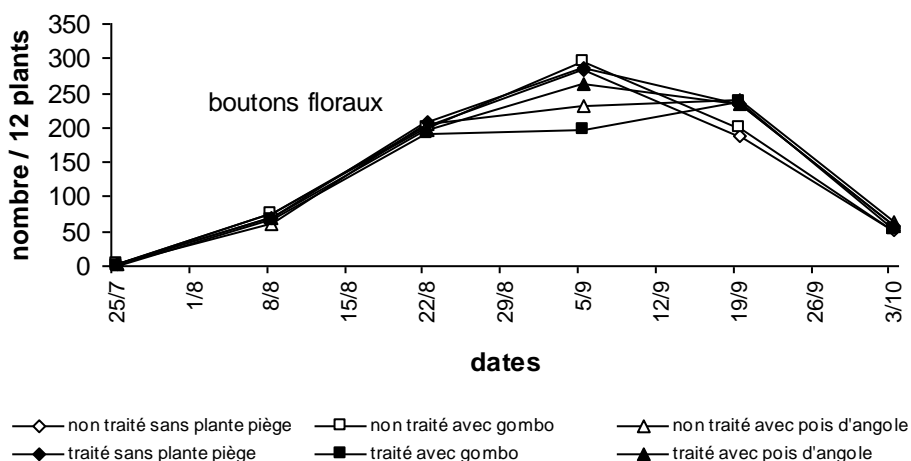


Figure 3 : évolution de la charge en boutons floraux des cotonniers en fonction des modalités étudiées

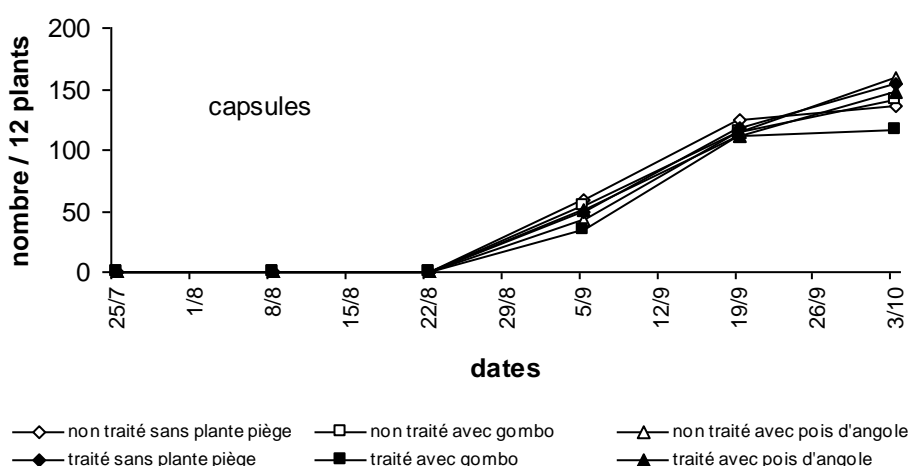


Figure 4 : évolution de la charge en capsules des cotonniers en fonction des modalités étudiées

Toutefois ces différences ne sont jamais apparues significatives comme le montrent les tableaux 5 et 6.

Tableau 5 : effets des modalités étudiées sur les charges en boutons floraux des cotonniers à différentes dates

	nombre de boutons floraux pour 12 cotonniers à différentes dates					
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10
non traité	3,8	70,2	202,8	269,4	208,9	56,2
Traité	2,0	67,8	198,7	249,3	235,7	56,1
F protection	1,07	0,17	0,18	0,55	0,87	0,00
signification en %	31,8	68,4	67,9	47,8	36,8	98,8
sans plante piège	3,9	72,0	205,5	284,5	210,9	54,9
avec gombo	2,0	70,6	195,8	245,5	218,9	51,4
avec pois d'angole	2,8	64,4	201,0	248,0	237,1	62,1
F plante piège	0,42	0,71	0,33	0,85	0,29	0,70
signification en %	67,2	51,4	72,7	45,0	75,2	51,8
non traité sans plante piège	4,0	75,5	203,3	282,5	187,5	52,8
non traité avec gombo	3,5	74,5	199,3	294,0	200,0	50,8
non traité avec pois d'angole	3,8	60,5	206,0	231,8	239,3	65,0
traité sans plante piège	3,8	68,5	207,8	286,5	234,3	57,0
traité avec gombo	0,5	66,8	192,3	197,0	237,8	52,0
traité avec pois d'angole	1,8	68,3	196,0	264,3	235,0	59,3
F interaction	0,23	0,82	0,20	2,07	0,30	0,15
signification en %	80,2	46,4	82,0	16,0	74,8	86,0

Tableau 6 : effets des modalités étudiées sur les charges en capsules des cotonniers à différentes dates

	nombre de capsules pour 12 cotonniers à différentes dates		
	5/9	19/9	3/10
non traité	51,5	117,8	145,5
traité	44,8	114,1	139,0
F protection	1,15	0,08	0,11
Signification en %	30,2	78,4	74,7
sans plante piège	54,3	121,4	144,9
avec gombo	43,8	113,0	128,6
avec pois d'angole	46,5	113,5	153,3
F plante piège	1,02	0,16	0,52
Signification en %	38,6	85,6	60,7
non traité sans plante piège	58,8	124,5	136,0
non traité avec gombo	53,5	114,3	141,3
non traité avec pois d'angole	42,3	114,8	159,3
traité sans plante piège	49,8	118,3	153,8
traité avec gombo	34,0	111,8	116,0
traité avec pois d'angole	50,8	112,3	147,3
F interaction	1,72	0,01	0,41
Signification en %	21,1	99,0	67,8

D'ailleurs, à l'exception d'une date pour les parcelles non traitées ayant du pois d'angole, on ne note pas d'effet négatif de la proximité d'une plante piège et d'un cotonnier sur la charge de ce dernier en organes fructifères (Tableaux 7 a à 7 d).

Tableaux 7 : effets de la proximité d'une plante piège sur la charge en organes fructifères des cotonniers

7 a parcelle non traitée avec du gombo

éloignement de la plante piège	nombre d'organes fructifères pour 4 cotonniers à différentes dates								
	boutons floraux						capsules		
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	1,5	26,0	65,8	116,3	74,5	20,5	19,3	41,8	58,3
à 1,6 m	1,0	22,5	67,0	81,0	63,3	17,8	12,8	34,8	39,3
à 2,4 m	1,0	26,0	66,5	96,8	62,3	12,5	21,5	37,8	43,8
F éloignement	0,50	3,3	0,08	2,10	0,87	2,92	3,07	0,63	2,61
signification en %	63,3	10,9	92,6	20,3	46,9	13,0	12,0	56,6	15,3

7 b parcelle non traitée avec du pois d'angle

éloignement de la plante piège	nombre d'organes fructifères pour 4 cotonniers à différentes dates								
	boutons floraux						capsules		
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	0,5	19,8	68,5	81,0	83,5	22,0	11,8 b	40,3	61,5
à 1,6 m	1,0	19,5	70,5	63,3	73,8	23,0	15,8 a	38,0	44,0
à 2,4 m	2,3	21,3	67,0	87,5	82,0	20,0	14,8 a	36,5	53,8
F éloignement	2,21	0,24	0,15	1,01	3,34	0,44	13,00	0,32	1,54
signification en %	19,1	79,9	86,3	42,0	10,6	66,9	0,7	74,3	28,8

7 c parcelle traitée avec du gombo

éloignement de la plante piège	nombre d'organes fructifères pour 4 cotonniers à différentes dates								
	boutons floraux						capsules		
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	0,5	23,0	60,3	75,8	86,5	22,3	13,5	44,0	44,0
à 1,6 m	0,0	21,0	66,0	59,3	75,0	14,8	9,5	32,0	38,3
à 2,4 m	0,0	22,8	66,0	62,0	76,3	15,0	11,0	35,8	33,8
F éloignement	1,00	0,42	0,52	1,21	2,29	2,94	1,04	2,02	2,45
signification en %	42,4	67,8	62,1	36,3	18,2	12,8	41,0	21,4	16,7

7 d parcelle traitée avec du pois d'angle

éloignement de la plante piège	nombre d'organes fructifères pour 4 cotonniers à différentes dates								
	boutons floraux						Capsules		
	25/7	8/8	22/8	5/9	19/9	3/10	5/9	19/9	3/10
à 0,8 m	1,3	24,0	65,8	90,3	82,5	22,3	15,3	36,8	52,3
à 1,6 m	0,5	21,8	67,8	76,5	70,3	18,0	17,8	35,8	49,0
à 2,4 m	0,0	22,5	62,5	97,5	82,3	19,0	17,8	39,8	46,0
F éloignement	1,08	1,47	0,66	0,57	1,82	0,35	0,31	0,15	0,16
signification en %	40,0	30,4	55,3	59,6	24,1	72,2	74,8	86,7	85,4

Dans les évolutions du niveau de floraison et du critère NAWF, aucun effet des modalités étudiées n'apparaît (Tableau 8 et Figures 5 et 6).

Tableau 8 : effets des modalités étudiées sur quelques critères du cycle productif des cotonniers

	niveau de floraison à différentes dates			NAWF à différentes dates		
	1/9	15/9	29/9	1/9	15/9	29/9
non traité	8.4	13.4	16.6	8.5	5.9	4.5
traité	7.9	13.2	16.6	8.3	5.8	4.9
F protection	4.12	0.27	0.00	4.12	0.19	1.56
signification en %	5.8	61.8	98.2	5.8	67.5	22.9
sans plante piège	8.5	13.5	16.8	8.5	5.8	4.7
avec gombo	8.1	13.3	16.7	8.3	5.7	4.6
avec pois d'angle	7.9	13.1	16.3	8.5	6.1	4.8
F plante piège	1.92	0.39	0.37	1.43	1.19	0.06
signification en %	17.9	68.9	70.4	27.1	33.1	94.2
non traité sans plante piège	8.8	13.8	17.0	8.7	5.9	4.2
non traité avec gombo	8.3	13.4	16.8	8.4	5.4	4.4
non traité avec pois d'angle	8.1	13.0	16.1	8.5	6.4	4.9
traité sans plante piège	8.2	13.2	16.6	8.3	5.8	5.2
traité avec gombo	7.8	13.2	16.6	8.2	5.9	4.9
traité avec pois d'angle	7.7	13.3	16.6	8.5	5.7	4.6
F interaction	0.04	0.63	0.46	1.07	2.44	1.94
signification en %	96.3	54.9	64.3	37.0	11.9	17.7

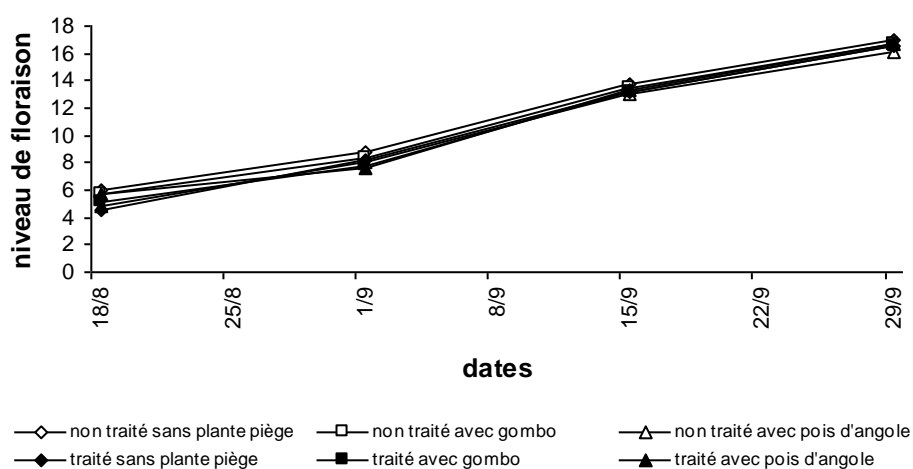


Figure 5 : évolution du niveau de floraison des cotonniers en fonction des modalités étudiées

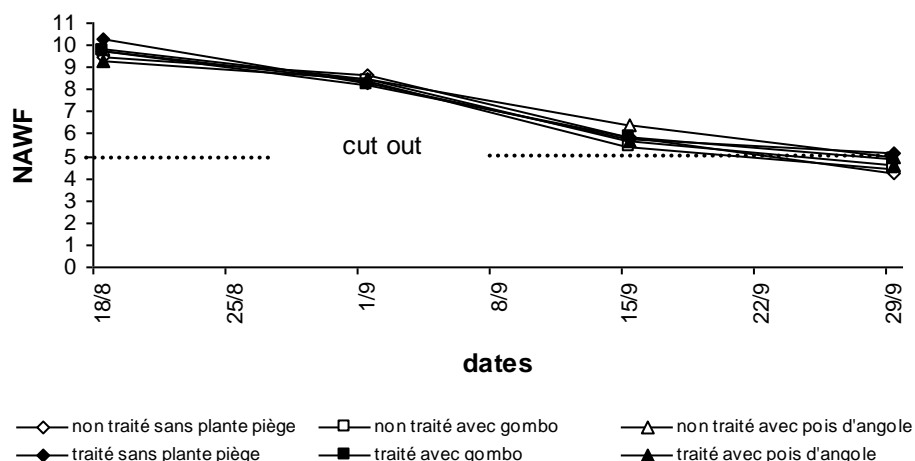


Figure 6 : évolution du critère NAWF des cotonniers en fonction des modalités étudiées

Dans cette étude on peut considérer que l'arrêt du cycle productif des cotonniers (lorsque le critère NAWF est égal à 5) se situe au cours de la dernière décade du mois de septembre (Figure 6) quelle que soit la modalité.

Dans les évolutions des volumes de floraison des différences semblent apparaître essentiellement au cours de la première moitié du cycle florifère et surtout en faveur des parcelles non traitées et sans plante piège (Figure 7). Au maximum de floraison, qui se situe au début du mois de septembre, quelle que soit la modalité en dehors celle précédemment évoquée, d'autres différences semblent se dessiner (Figure 7). Toutefois les analyses statistiques ne mettent pas en évidence de différence significative (Tableau 9). Il en est de même pour le cumul des fleurs apparues sur l'ensemble de la campagne (Tableau 9).

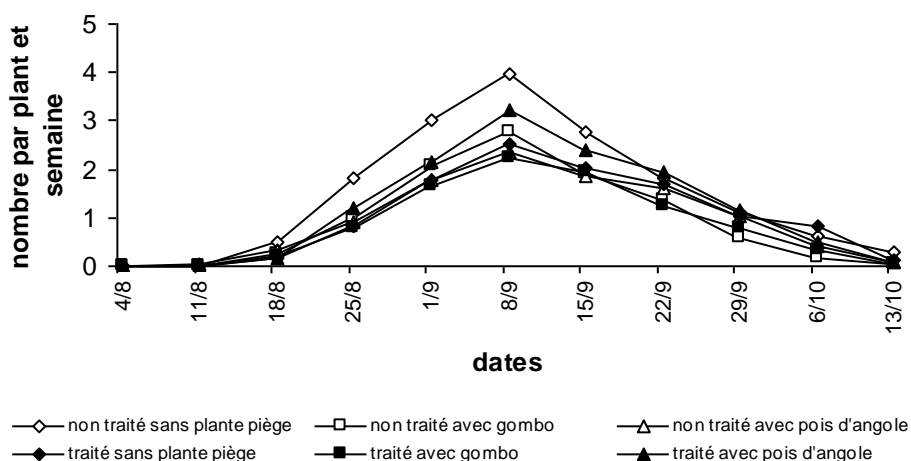


Figure 7 : évolution des volumes de floraison hebdomadaires par plant de cotonnier en fonction de modalités étudiées

Tableau 9 : effet des modalités étudiées sur les volumes de floraison par cotonnier

	nombre hebdomadaire de fleurs épanouies par plant et par semaine débutant le							cumul campagne
	25/8	1/9	8/9	15/9	22/9	29/9	6/10	
non traité	1,2	2,3	3,0	2,2	1,6	0,9	0,4	12,1
traité	0,9	1,9	2,7	2,1	1,6	1,0	0,6	11,0
F protection	2,00	1,75	0,72	0,02	0,01	0,11	0,79	0,41
signification en %	17,5	20,3	41,3	87,5	90,3	73,9	39,1	53,9
sans plante piège	1,3	2,4	3,2	2,4	1,8	1,1	0,7	13,5
avec gombo	0,9	1,9	2,5	1,9	1,3	0,7	0,3	9,7
avec pois d'angole	1,1	2,0	2,8	2,1	1,8	1,1	0,5	11,6
F plante piège	1,52	0,95	0,97	0,80	1,02	0,97	2,39	1,60
signification en %	25,1	41,1	40,5	47,1	38,6	40,3	12,4	23,3
non traité sans plante piège	1,8	3,0	4,0	2,8	1,8	1,1	0,6	15,9
non traité avec gombo	1,0	2,1	2,8	1,9	1,3	0,6	0,2	10,1
non traité avec pois d'angole	0,9	1,8	2,4	1,8	1,6	1,0	0,4	10,3
traité sans plante piège	0,8	1,8	2,5	2,0	1,7	1,0	0,8	11,0
traité avec gombo	0,8	1,7	2,3	1,9	1,2	0,8	0,3	9,2
traité avec pois d'angole	1,2	2,1	3,2	2,4	1,9	1,2	0,5	12,9
F interaction	3,12	1,98	2,49	1,46	0,26	0,11	0,05	1,59
signification en %	7,2	17,1	11,5	26,4	78,0	89,3	95,6	23,6

Développement des plantes pièges

Les observations sur le développement des plantes pièges ont porté sur leur floraison et leur croissance en hauteur. Pour le pois d'angole seule la date de début de floraison a été enregistrée par parcelle : elle s'est située entre le 11 et le 19 août. L'entrée en floraison du gombo a été plus précoce que celles du pois d'angole et du cotonnier bien que d'une manière moins prononcée par rapport à cette dernière plante (Figure 8). Par ailleurs dans les évolutions du volume de floraison le maximum de fleurs produites par semaine se situe entre la mi-août et la mi septembre pour le gombo (Figure 8) alors que pour le cotonnier ce maximum est observé à la mi septembre (Figure 7). Enfin, il semble qu'en l'absence de protection la floraison du gombo soit plus abondante en fin de campagne, mais cet effet n'a pas été analysé.

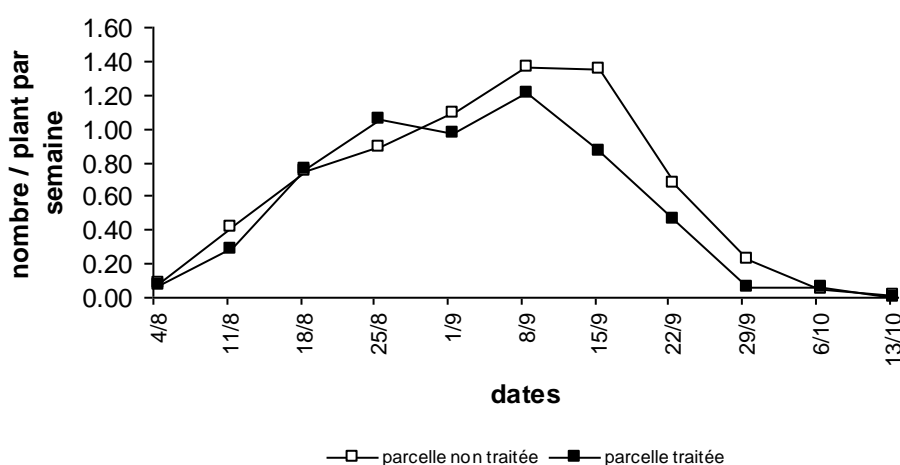


Figure 8 : évolution du volume de floraison hebdomadaire du gombo

La croissance en hauteur du pois d'angle a été, tout au long de la campagne, plus importante que celle du gombo (Figure 9). Par ailleurs, on ne note pas d'effet de la réalisation d'une protection insecticide sur la croissance de ces deux plantes pièges.

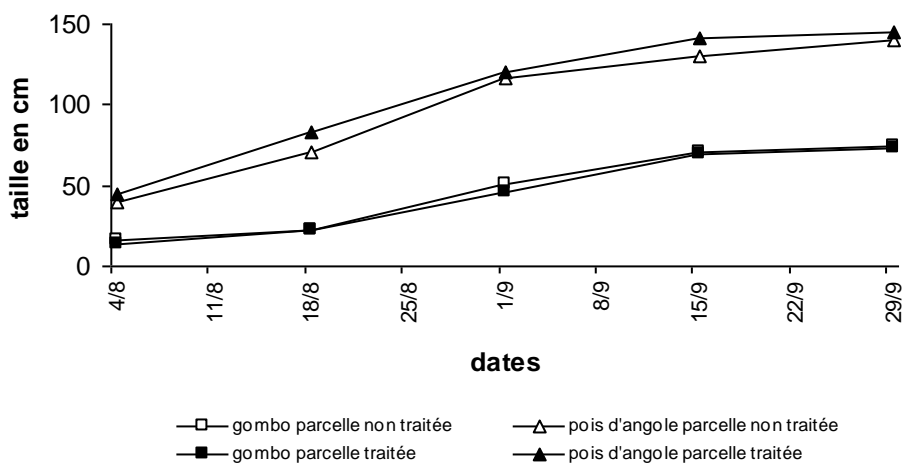


Figure 9 : croissance en hauteur des plantes pièges

Les chenilles carpophages

Même si elles restent de faible importance, les infestations de chenilles carpophages apparaissent plus tôt sur gombo et sur pois d'angle que sur cotonnier (Figures 10 à 12). Sur pois d'angle elles disparaissent à partir du début de la deuxième décade du mois d'août et presque jusqu'à la fin de la campagne alors que sur cotonnier elles sont presque régulièrement croissantes en l'absence de protection insecticide, le même phénomène étant observé sur gombo mais jusqu'à la fin du mois de septembre. Les niveaux d'infestations pour 100 plants apparaissent certes très différents en fonction de la plante hôte mais ils ne peuvent être comparés de cette façon car ces hôtes sont différents et leurs densités de plantation également. Par unité de surface et par observation, toutes modalités de protection confondues, les infestations ont été en moyenne de 27,3 chenilles pour 100 m² sur cotonnier contre 31,0 sur gombo et 1,5 sur pois d'angle qui apparaît donc comme l'hôte le moins infesté.

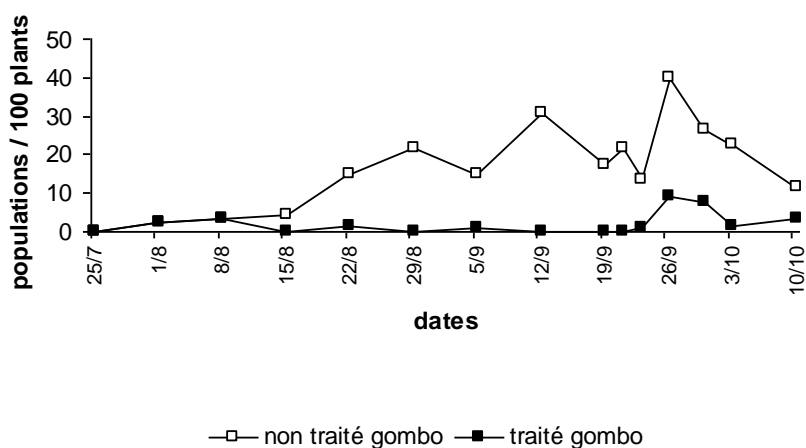


Figure 10 : dynamique des infestations de chenilles carpophages sur gombo

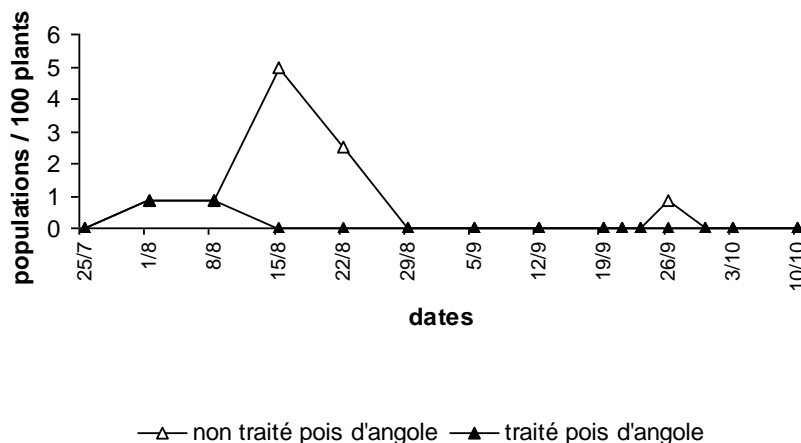


Figure 11 : dynamique des infestations de chenilles carpophages sur pois d'angle

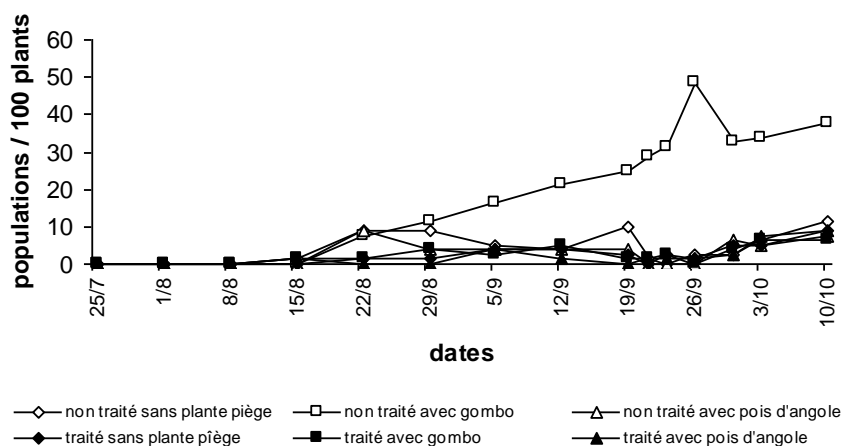


Figure 12 : dynamique des infestations de chenilles carpophages sur cotonnier

Sur gombo en parcelle non traitée, *H. armigera* a pratiquement toujours été l'espèce dominante (Figure 13). La seconde espèce de ce complexe des chenilles carpophages est *Earias* sp mais *D. watersi* a également été observé sur cette plante hôte. En parcelle traitée, un plus grand équilibre est noté entre les deux premières espèces sur l'ensemble de la campagne avec des alternances de dominance entre elles et *D. watersi* n'a été observé qu'à une seule date (Figure 14).

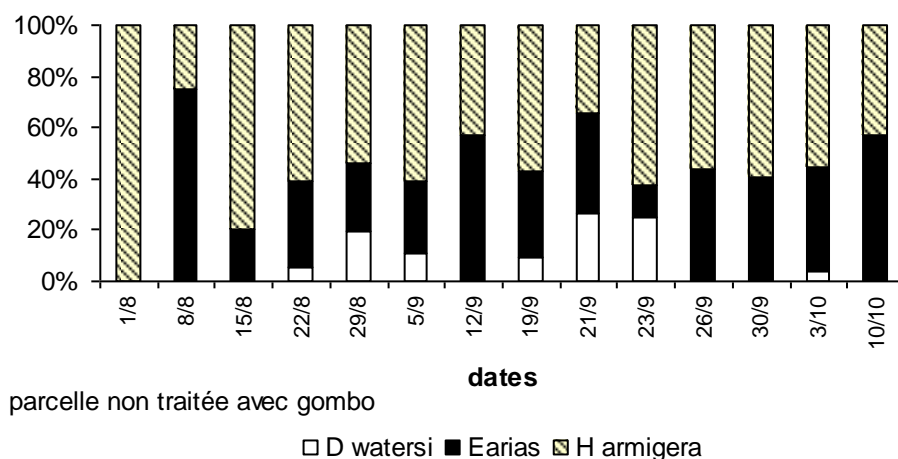


Figure 13 : importance relative des espèces carpophages sur gombo en parcelle non traitée

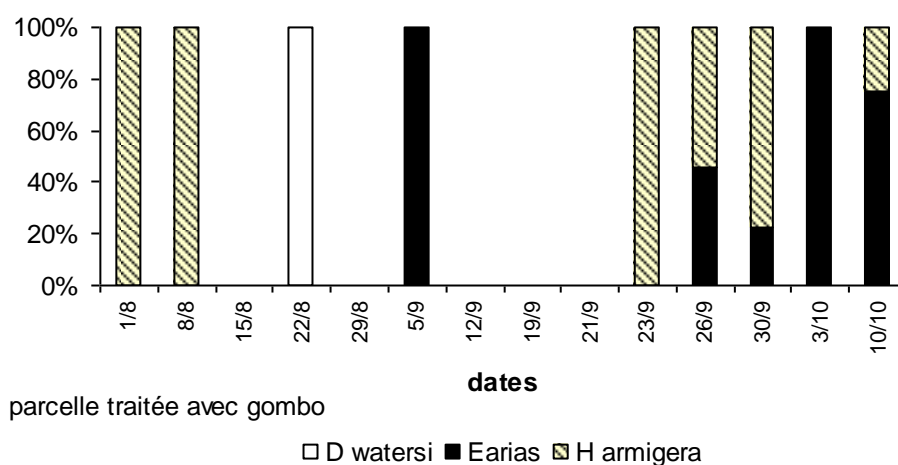


Figure 14 : importance relative des espèces carpophages sur gombo en parcelle non traitée

Sur pois d'angle en parcelle non traitée *H. armigera* et *Earias* sp jouent le même rôle en alternance sur l'ensemble de la campagne alors qu'en parcelle traitée seul *Earias* sp est observé. Aucune chenille de *D. watersi* n'a été rencontrée sur pois d'angle.

Sur cotonnier, *Earias* sp est presque toujours dominant jusqu'à la fin de la deuxième décennie de septembre (Figure 15). *H. armigera* est dominant surtout à partir de la fin septembre et *D. watersi*, qui est l'espèce la moins représentée, est néanmoins rarement absente (Figure 15).

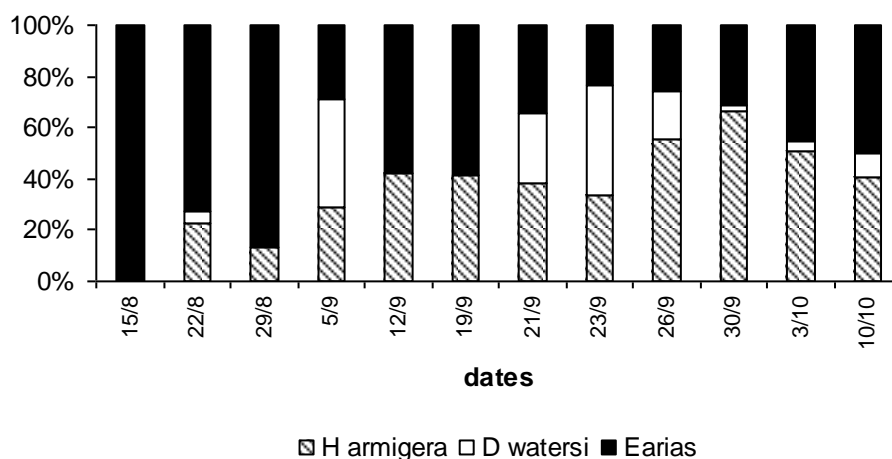


Figure 15 : importance relative des espèces carpophages sur cotonnier dans l'ensemble des parcelles

Même si on met en évidence des effets significatifs des deux facteurs de cette étude, leur interaction l'est également (Tableau 10). Cette interaction permet alors d'isoler les parcelles non traitées conduites avec du gombo comme plante piège qui présentent les plus fortes infestations de chenilles carpophages sur cotonniers. Elle révèle ainsi le très grand pouvoir attractif de cette plante piège vis-à-vis de ces ravageurs. Cependant elle ne permet pas de mettre en évidence l'intérêt des plantes pièges lorsque les cotonniers sont traités même si les infestations sur cotonniers restent les plus faibles.

Tableau 10 : effets des modalités étudiées sur les infestations moyennes de chenilles carpophages

	population pour 100 plants par observation
non traité	8,2 b
Traité	4,2 a
F protection	101,99
signification en %	0,0
sans plante piège	5,0 a
avec gombo	9,2 b
avec pois d'angole	4,3 a
F plante piège	43,85
signification en %	0,0
non traité sans plante piège	5,9 b
non traité avec gombo	21,5 c
non traité avec pois d'angole	4,8 ab
traité sans plante piège	4,3 ab
traité avec gombo	4,2 ab
traité avec pois d'angole	3,9 a
F interaction	37,67
signification en %	0,0
transformation	log (x+1)

Pourtant les infestations des cotonniers proches d'une plante piège sont souvent plus élevées que celles observées sur des cotonniers plus éloignés de cette plante, sauf lorsqu'il s'agit du gombo et que les cotonniers restent non traités (Figures 16 à 19).

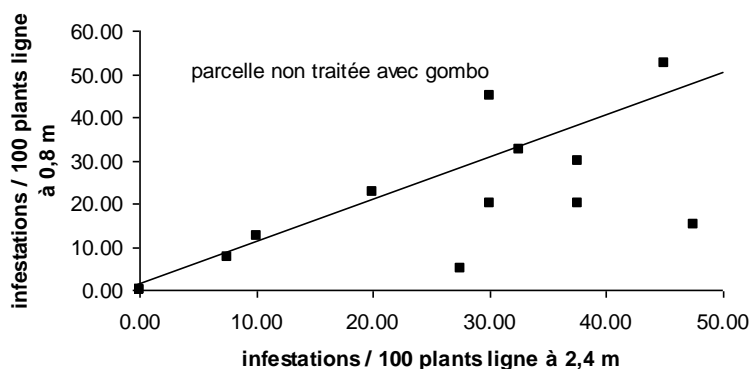


Figure 16 : liaison entre les populations de chenilles carpophages de cotonniers proches et éloignés d'une ligne de gombo en parcelle non traitée

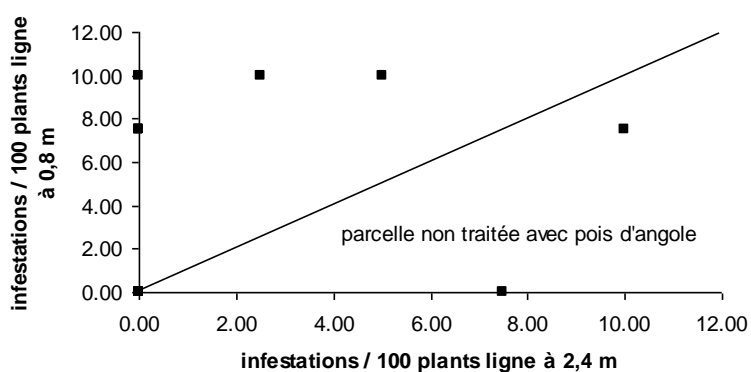


Figure 17 : liaison entre les populations de chenilles carpophages de cotonniers proches et éloignés d'une ligne de gombo en parcelle traitée

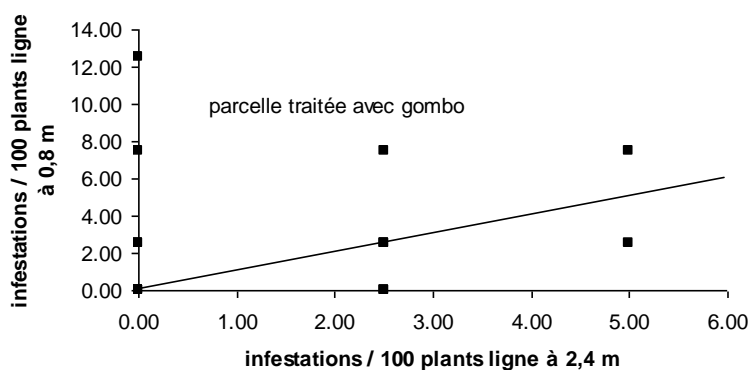


Figure 18 : liaison entre les populations de chenilles carpophages de cotonniers proches et éloignés d'une ligne de pois d'angle en parcelle non traitée

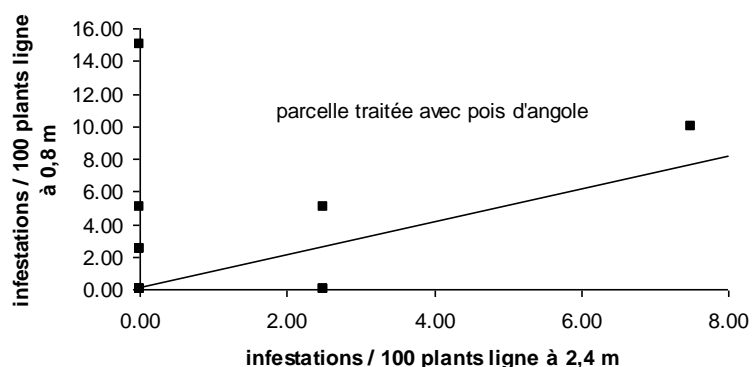


Figure 19 : liaison entre les populations de chenilles carpophages de cotonniers proches et éloignées d'une ligne de pois d'angle en parcelle traitée

En parcelle traitée, l'augmentation des infestations de chenilles carpophages sur cotonniers lorsqu'on se rapproche des lignes de plantes pièges est essentiellement avec *H. armigera* qu'il s'agisse de gombo à 90 % ou du pois d'angle à 68,7 % (Tableau 11). Ce résultat peut apparaître surprenant pour le pois d'angle puisque aucune chenille d'*H. armigera* n'a été observée sur cette plante piège lorsque les cotonniers étaient traités. Le reste des augmentations d'infestations est du aux chenilles de l'espèce *Earias* sp.

Tableau 11 : augmentation des infestations de chenilles carpophages sur cotonniers en se rapprochant de la ligne de plante piège lorsque les cotonniers sont traités

		augmentation cumulée des infestations de la ligne à 2,4 m à la ligne à 0,8 m
parcelle avec gombo	ensemble des chenilles carpophages	2,50
	<i>H. armigera</i>	2,25
parcelle avec pois d'angle	ensemble des chenilles carpophages	2,75
	<i>H. armigera</i>	1,75

Les analyses statistiques confirment ces observations à 5 % lorsque les parcelles sont non traitées et au moins à 7,5 % lorsqu'elles sont traitées (Tableau 12).

Tableau 12 : effets de l'éloignement des cotonniers par rapport à la plante piège sur ses infestations en chenilles carpophages

éloignement de la plante piège	populations pour 100 plants par observation			
	parcelle avec gombo		parcelle avec pois d'angle	
	non traitée	traitée	non traitée	traitée
à 0,8 m	17,5 a	3,2 b	4,0	2,8
à 2,4 m	21,7 b	1,5 a	1,7	1,0
F éloignement	69,44	25,00	8,65	7,12
signification en %	0,3	1,4	5,9	7,5

Rétention des organes fructifères

Dans l'évolution des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère on observe une diminution importante surtout à partir du début septembre pour les 10 premières branches fructifères et à partir de la deuxième décade de septembre pour les 5 branches fructifères suivantes (Figures 20 à 22).

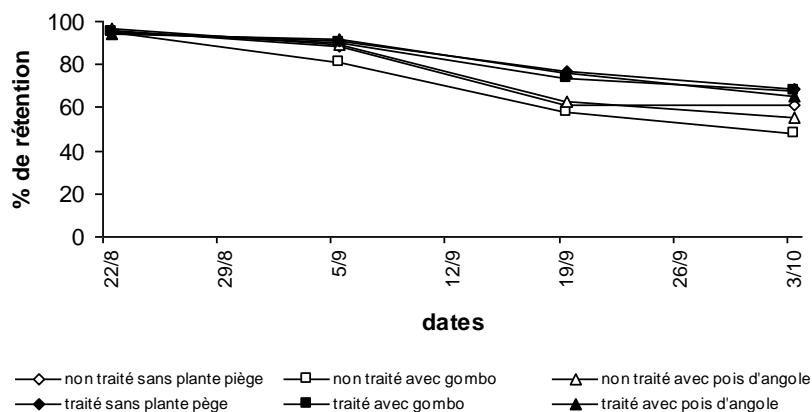


Figure 20 : évolution des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des 5 premières branches fructifères en fonction des modalités étudiées

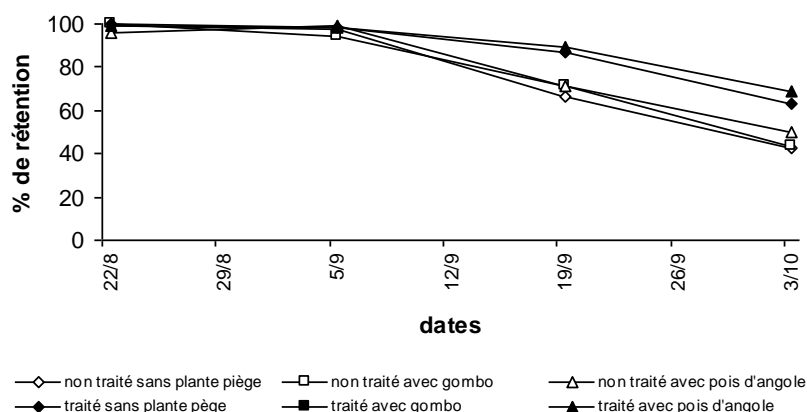


Figure 21 : évolution des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 6 à 10 en fonction des modalités étudiées

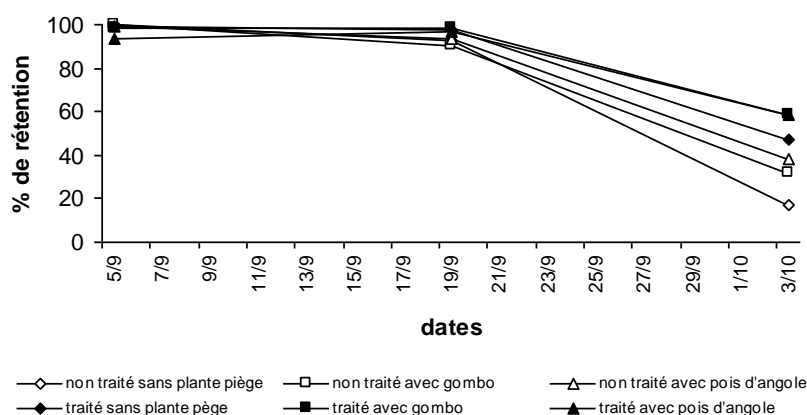


Figure 22 : évolution des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 11 à 12 en fonction des modalités étudiées

A la dernière observation (le 3 octobre), les taux de rétention moyens les plus élevés sont notés pour les premières positions des 5 premières branches fructifères (61,1 %), puis pour celles des cinq branches fructifères suivantes (55,3 %) et enfin pour celles des branches fructifères 11 à 15 (41,9 %). L'effet le plus manifeste, visible au niveau des figures, est celui de la protection insecticide qui est significatif quelles que soient les positions considérées dès le 19 septembre (Tableau 13). Aucun effet significatif des plantes pièges n'est observé à l'exception de la dernière observation pour les premières positions des branches fructifères 11 à 15 pour laquelle il est en leur faveur (Tableau 13) que la parcelle soit ou non traitée.

Tableau 13 : effets des modalités étudiées sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

	taux de rétention (en %) à différentes dates des organes fructifères situés en première position de branche fructifère								
	1 à 5				6 à 10			11 à 15	
	22/8	5/9	19/9	3/10	5/9	19/9	3/10	19/9	3/10
non traité	97,4	87,3	60,7 b	55,0 b	98,2	70,7 b	45,4 b	93,5 b	28,3 b
Traité	95,0	91,5	75,7 a	67,3 a	99,1	88,4 a	65,2 a	98,4 a	54,7 a
F protection	2,22	3,10	19,16	17,24	1,17	23,58	49,99	12,23	23,40
signification en %	15,4	9,5	0,1	0,1	29,8	0,0	0,0	0,3	0,0
sans plante piège	96,8	90,0	69,2	65,0	98,9	78,1	52,9	96,0	30,8 b
avec gombo	95,5	86,4	66,0	58,2	97,6	80,2	53,7	96,1	44,5 a
avec pois d'angole	96,7	91,7	70,0	60,5	99,3	82,5	59,5	96,9	48,7 a
F plante piège	0,25	1,66	0,51	1,84	1,29	0,49	2,15	0,18	3,92
signification en %	78,3	22,2	61,7	19,2	30,4	62,8	15,0	83,6	4,2
non traité sans plante piège	97,9	88,8	60,8	61,0	98,1	66,1	42,9	93,5	16,9
non traité avec gombo	95,9	81,9	57,6	48,2	96,2	71,8	43,4	90,7	30,9
non traité avec pois d'angole	98,3	90,5	63,5	55,8	99,5	74,1	49,8	95,9	38,5
traité sans plante piège	95,4	91,1	77,0	68,9	99,4	88,1	62,8	97,9	46,8
traité avec gombo	95,0	90,4	73,9	67,8	98,7	87,5	63,9	99,3	58,4
traité avec pois d'angole	94,6	92,8	76,1	65,1	99,1	89,6	68,8	97,8	59,0
F interaction	0,31	0,52	0,11	1,52	0,77	0,23	0,01	1,74	0,41
signification en %	74,1	60,8	89,9	25,0	48,5	79,7	98,7	20,7	67,9
transformation	arcsin \sqrt{p}								

Cet absence d'effet positif des plantes pièges se retrouve très souvent lorsque que l'on examine les mêmes taux de rétention pour des cotonniers différemment éloignés d'une plante piège (Tableaux 14 a à d). A l'exception des parcelles non traitées avec du gombo pour lesquelles on note un effet significatif positif au niveau des 5 premières branches fructifères lors de la dernière date d'observation, tous les autres effets significatifs mis en évidence montrent des taux de rétention plus élevé lorsque les cotonniers sont proches des plantes pièges. Ces effets sont d'autre part plus souvent notés avec le pois d'angole qu'avec le gombo.

Abscissions d'organes fructifères

Dans l'évolution des abscissions hebdomadaires provoquées par des chenilles carpophages (organes fructifères tombés et troués), ce sont les parcelles non traitées avec du gombo qui se distinguent par l'importance de ces dégâts (Figures 23 et 24) surtout au début du mois de septembre (boutons comme capsules) et en fin de campagne (uniquement pour les capsules). Cet effet comme ceux des deux facteurs étudiés sont nettement mis en évidence dans les analyses statistiques qui sont en tous points comparables d'ailleurs à celle réalisée à propos des infestations de chenilles carpophages (Tableau 15).

Tableau 15 : effets des modalités étudiées sur l'importance des abscissions d'organes fructifères

	nombre d'organes fructifères tombés pour 100 m ² par observation			
	boutons floraux		capsules	
	troués	non troués	trouées	non trouées
non traité	26,8 b	107,7	24,7 b	254,0
traité	18,3 a	86,5	17,5 a	240,6
F protection	7,31	3,12	7,12	0,20
signification en %	1,6	9,5	1,7	66,4
sans plante piège	19,1 a	96,5	15,4 a	245,2
avec gombo	28,8 a	108,2	28,0 b	250,5
avec pois d'angle	19,8 a	86,6	20,1 a	246,2
F plante piège	3,91	1,08	7,45	0,01
signification en %	4,2	36,7	0,6	98,9
non traité sans plante piège	20,6 a	110,2	16,9 a	279,2
non traité avec gombo	39,8 b	122,9	38,8 b	250,8
non traité avec pois d'angle	20,1 a	90,1	18,5 a	232,0
traité sans plante piège	17,7 a	82,8	13,8 a	211,2
traité avec gombo	17,7 a	93,5	17,2 a	250,3
traité avec pois d'angle	19,5 a	83,1	21,6 a	260,4
F interaction	4,74	0,35	7,56	0,92
signification en %	2,5	71,3	0,5	42,4

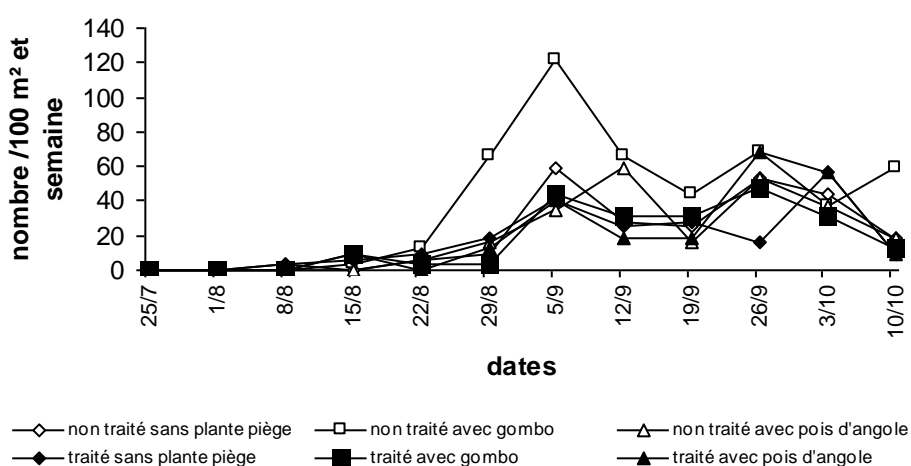


Figure 23 : évolution des abscissions hebdomadaires préflorales dues aux ravageurs carpophages en fonction des modalités étudiées

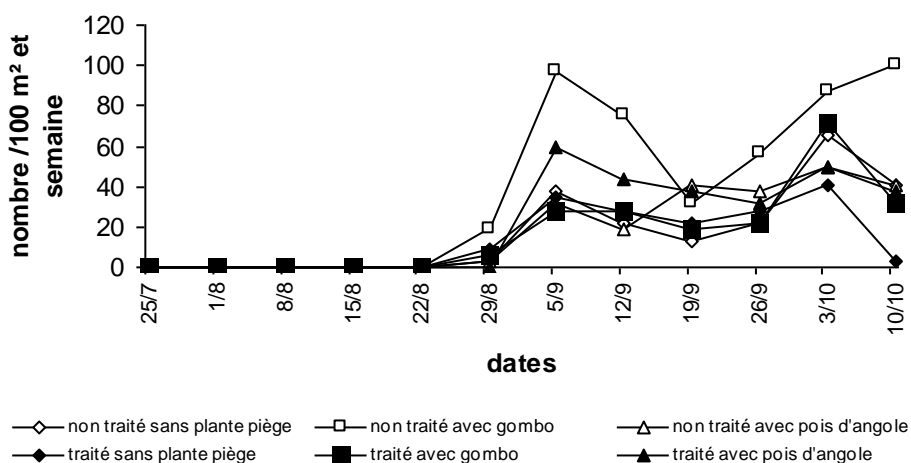


Figure 24 : évolution des abscissions hebdomadaires postflorales dues aux ravageurs carpophages en fonction des modalités étudiées

Pour les abscissions non dues aux ravageurs carpophages (organes fructifères tombés mais non troués) aucun effet significatif des facteurs étudiés ou de leur interaction n'a été mis en évidence (Tableau 15) même si dans les évolutions on peut observer quelques petites différences (Figures 25 et 26).

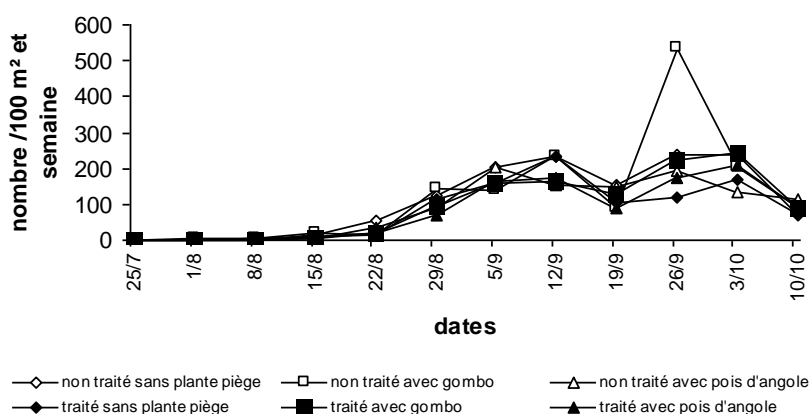


Figure 25 : évolution des abscissions hebdomadaires préflorales non dues aux ravageurs carpophages en fonction des modalités étudiées

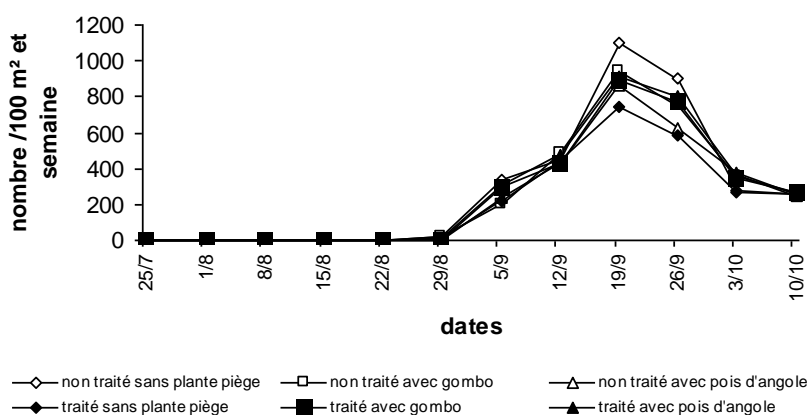


Figure 26 : évolution des abscissions hebdomadaires postflorales non dues aux ravageurs carpophages en fonction des modalités étudiées

Ravageurs piqueurs suceurs sur cotonniers

A l'exception des dégâts de mirides (fréquence et gravité), on retrouve pour tous les autres insectes piqueurs suceurs les mêmes tendances que celles notées à propos des chenilles carpophages à savoir : un effet significatif et positif de la protection insecticide et un moins bon comportement des parcelles utilisant le gombo en plante piège résultant essentiellement des fortes infestations observées sur les parcelles restant non traitées (Tableau 16). Ceci est parfaitement illustré par les évolutions de ces infestations (Figures 27 à 34).

Tableau 16 : effets des modalités étudiées sur les infestations d'aleurodes, de jassides et de pucerons

	% de plants infestés par observation				nombre d'individus par feuille et par observation			% de feuilles infestées de pucerons aptères par observation
	aleurode	jasside	puceron adulte	puceron aptère	aleurode	jasside	puceron adulte	
non traité	32,3 b	19,4 b	23,3 b	20,0 b	1,0 b	0,3 b	0,5	5,7 b
traité	27,6 a	11,3 a	16,7 a	14,4 a	0,6 a	0,1 a	0,4	3,8 a
F protection	14,87	42,43	37,00	16,29	72,59	23,95	4,33	16,91
signification en %	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	5,3	0,1
sans plante piège	28,3 a	12,7 a	17,1 a	15,9 a	0,6 a	0,2 a	0,4 a	3,9 a
avec gombo	34,1 b	21,6 b	27,4 b	21,7 b	1,3 b	0,3 b	0,6 b	6,5 b
avec pois d'angole	27,5 a	11,9 a	16,0 a	14,1 a	0,6 a	0,1 a	0,4 a	3,8 a
F plante piège	11,56	23,28	41,85	10,69	85,24	9,54	4,47	13,06
signification en %	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	3,0	0,1
non traité sans plante piège	30,0 a	14,6 a	17,8 a	18,8 a	0,6 a	0,3 a	0,5	4,8 a
non traité avec gombo	39,6 b	32,5 b	36,7 b	30,2 b	1,9 b	0,5 b	0,6	9,4 b
non traité avec pois d'angole	27,7 a	13,1 a	17,2 a	12,6 a	0,6 a	0,1 a	0,4	3,5 a
traité sans plante piège	26,6 a	10,8 a	16,4 a	13,3 a	0,5 a	0,1 a	0,3	3,2 a
traité avec gombo	28,9 a	12,4 a	19,0 a	14,4 a	0,7 a	0,1 a	0,5	4,0 a
traité avec pois d'angole	27,2 a	10,7 a	14,8 a	15,7 a	0,5 a	0,1 a	0,4	4,1 a
F interaction	5,66	14,79	17,95	13,98	57,82	8,39	0,78	11,08
Signification en %	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	47,8	0,1
transformation	arsin√p				log (x+1)			arsin√p

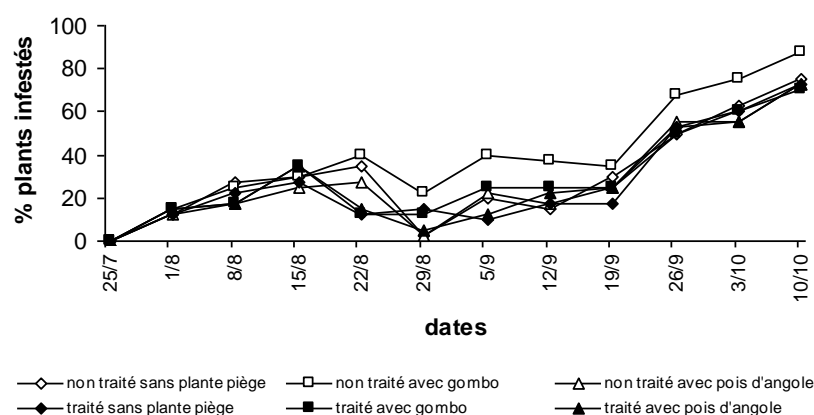


Figure 27 : évolution des infestations d'aleurodes adultes en fonction des modalités étudiées à travers le % de plants infestés

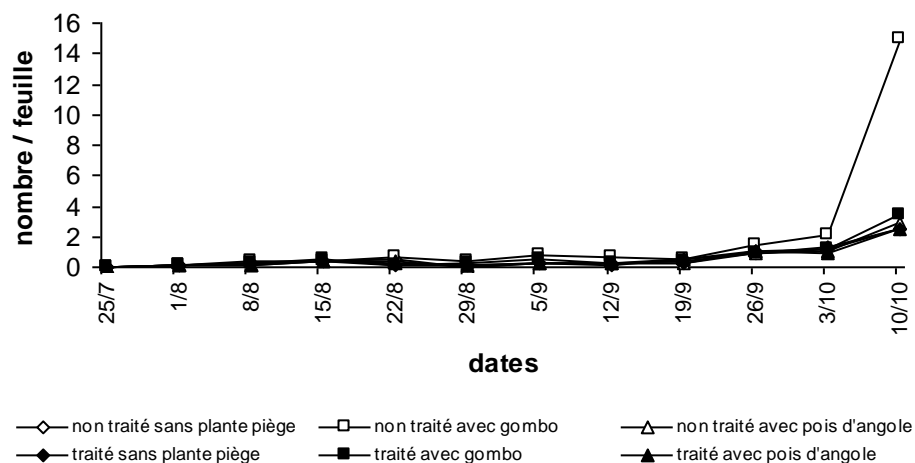


Figure 28 : évolution des infestations d'aleurodes adultes en fonction des modalités étudiées à travers le nombre d'individus par feuille

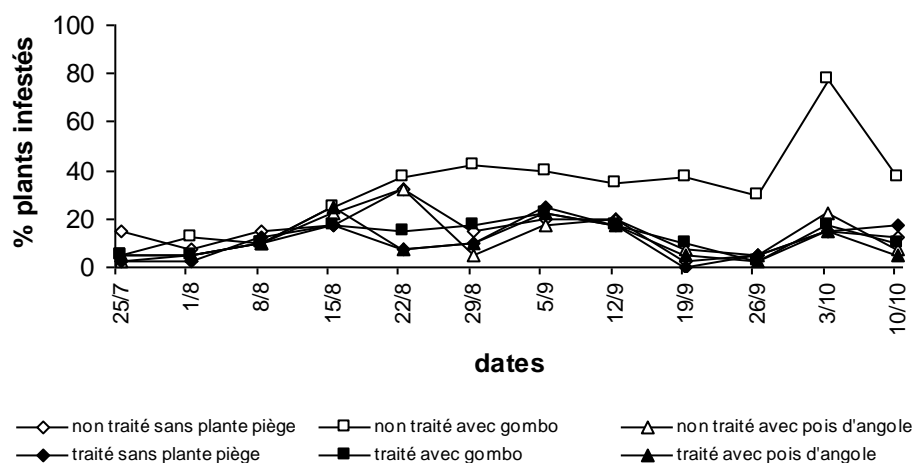


Figure 29 : évolution des infestations de jassides en fonction des modalités étudiées à travers le % de plants infestés

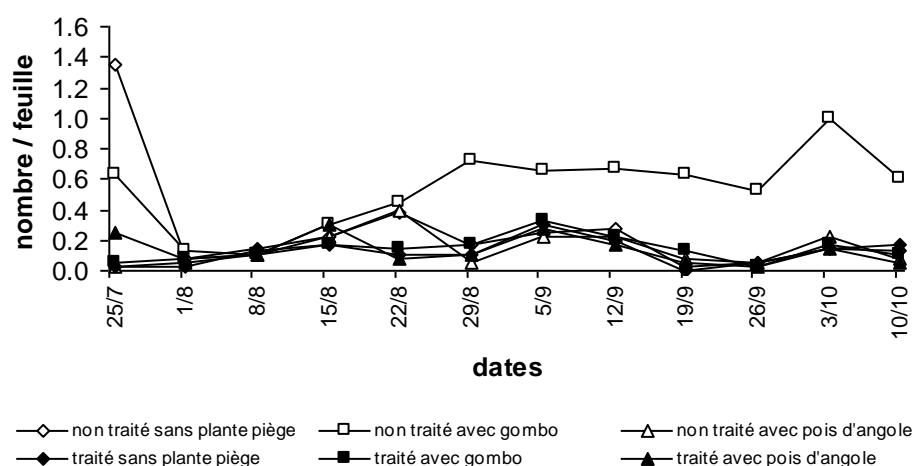


Figure 30 : évolution des infestations de jassides en fonction des modalités étudiées à travers le nombre d'individus par feuille

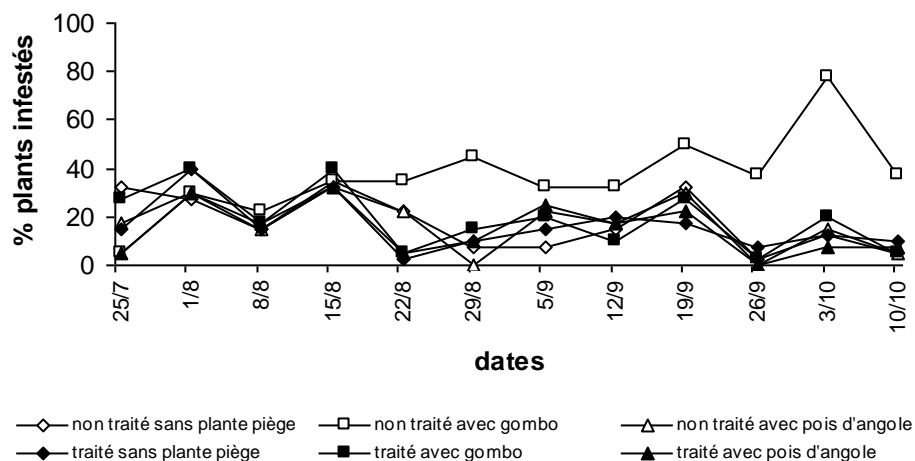


Figure 31 : évolution des infestations de pucerons adultes en fonction des modalités étudiées à travers le % de plants infestés

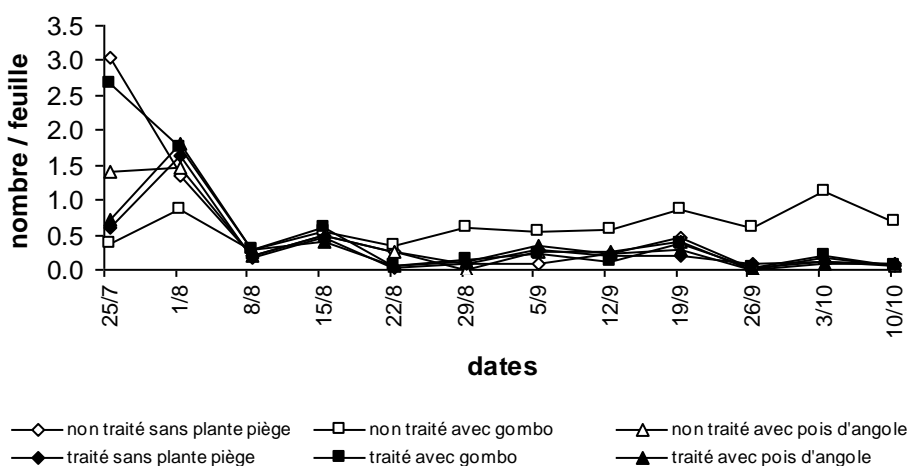


Figure 32 : évolution des infestations de pucerons adultes en fonction des modalités étudiées à travers le nombre d'individus par feuille

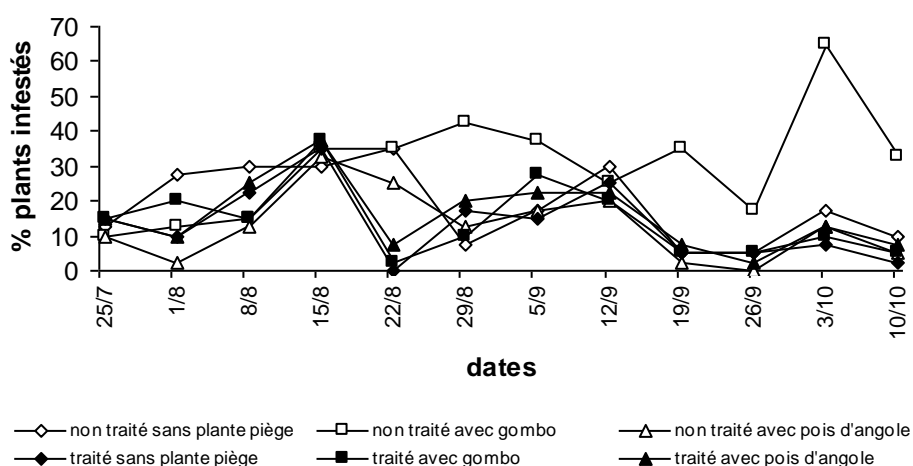


Figure 33 : évolution des infestations de pucerons aptères en fonction des modalités étudiées à travers le % de plants infestés

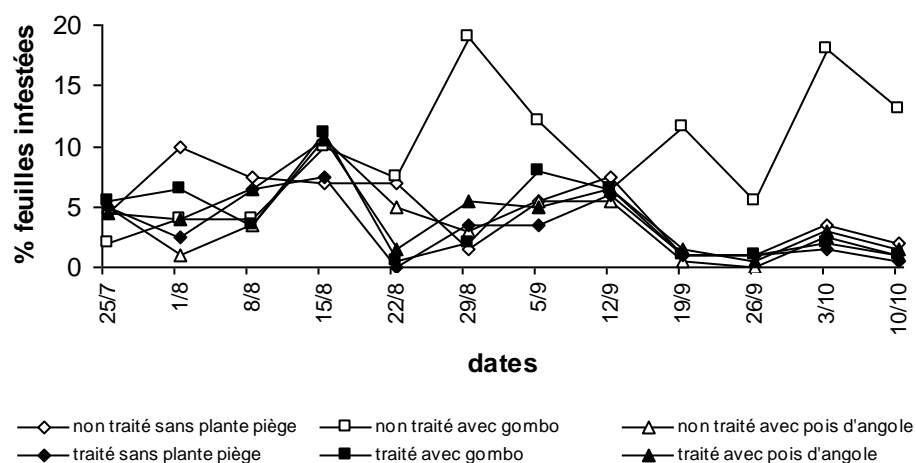


Figure 34 : évolution des infestations de pucerons aptères en fonction des modalités étudiées à travers le % de feuilles infestées

Pour les mirides seul un effet positif de la protection insecticide est mis en évidence à travers les analyses statistiques (Tableau 17) même s'il apparaît de manière très momentanée au niveau des évolutions de la fréquence et de la sévérité des dégâts sur feuille (Figures 35 et 36).

Tableau 17 : effet des modalités étudiées sur la fréquence et la sévérité des dégâts de mirides

	% de plants avec dégât par observation	grade moyen de dégât par feuille et par observation
non traité	29,9 b	1,0 b
traité	26,4 a	0,6 a
F protection	5,56	72,59
signification en %	3,1	0,0
sans plante piège	27,3	0,6
avec gombo	29,8	1,3
avec pois d'angle	27,3	0,6
F plante piège	1,22	85,24
signification en %	0,1	0,0
non traité sans plante piège	28,9	0,6
non traité avec gombo	32,9	1,9
non traité avec pois d'angle	28,1	0,6
traité sans plante piège	25,8	0,5
traité avec gombo	26,8	0,7
traité avec pois d'angle	26,5	0,5
F interaction	0,72	57,82
signification en %	50,6	0,0
transformation	arsin√p	

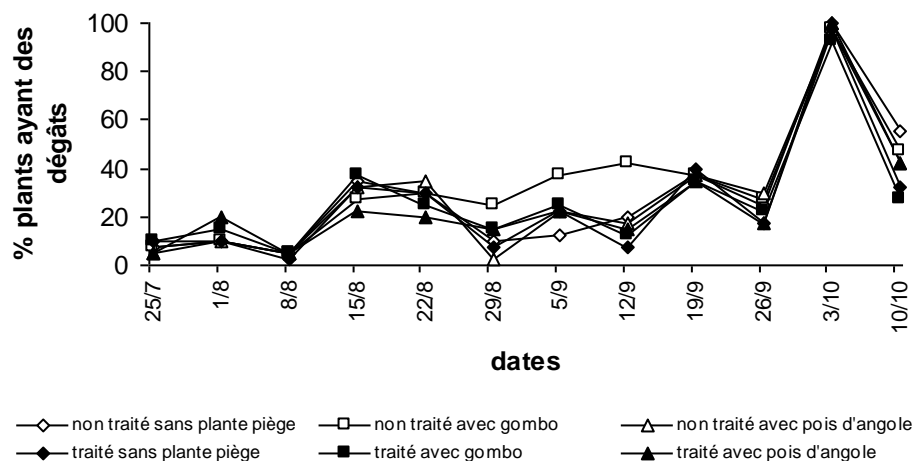


Figure 35 : évolution des infestations de mirides en fonction des modalités étudiées à travers le % de plants présentant des dégâts

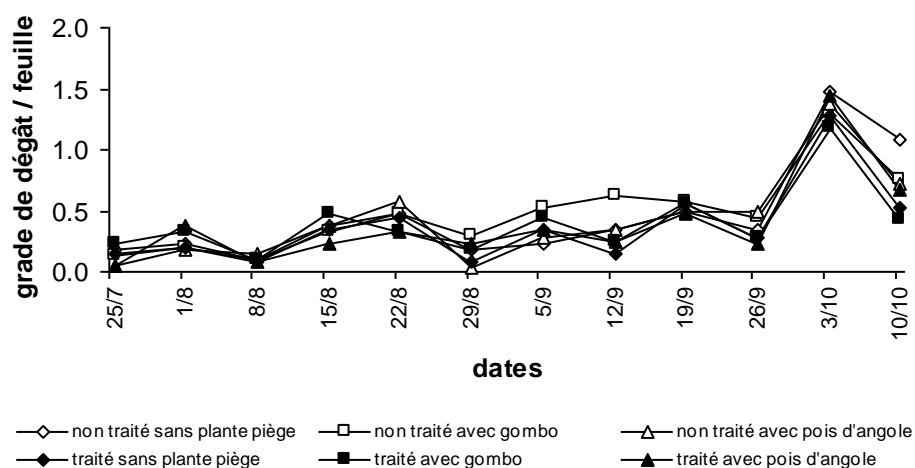


Figure 36 : évolution des infestations de mirides en fonction des modalités étudiées à travers la sévérité des dégâts par feuille

Ravageurs piqueurs suceurs sur plantes pièges

S'agissant de plantes différentes et les différences d'évolution étant très marquées aucune analyse statistique n'a été entreprise sur les résultats des observations effectuées qui concernaient : les aleurodes adultes, les jassides et les pucerons.

Quel que soit le ravageur considéré, les infestations les plus fortes ont toujours été enregistrées sur les plants de gombo et dans les parcelles non traitées les contenant. Les infestations d'aleurodes adultes et de jassides sont surtout importantes (Figures 37 à 40) à partir du mois de septembre alors que celles de pucerons sont relativement élevées dès la mi-août mais surtout en parcelles non protégées (Figures 41 à 44).

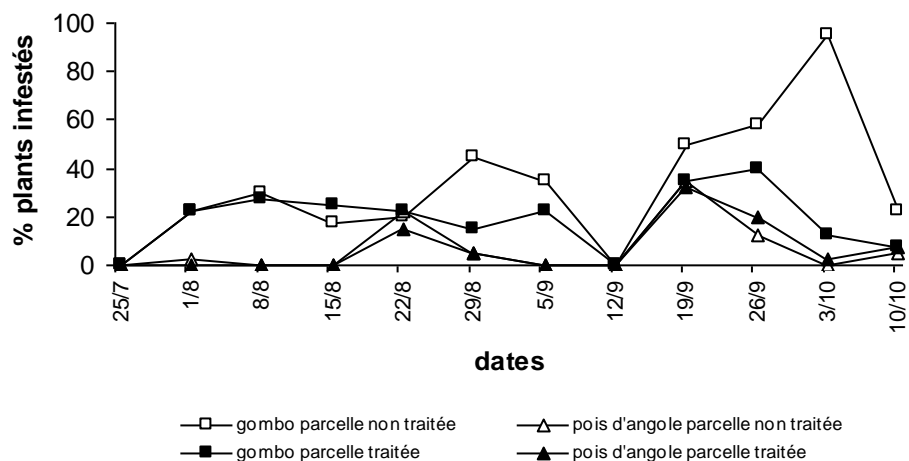


Figure 37 : évolution des infestations d'aleurodes sur plante piège à travers le % de plants infestés

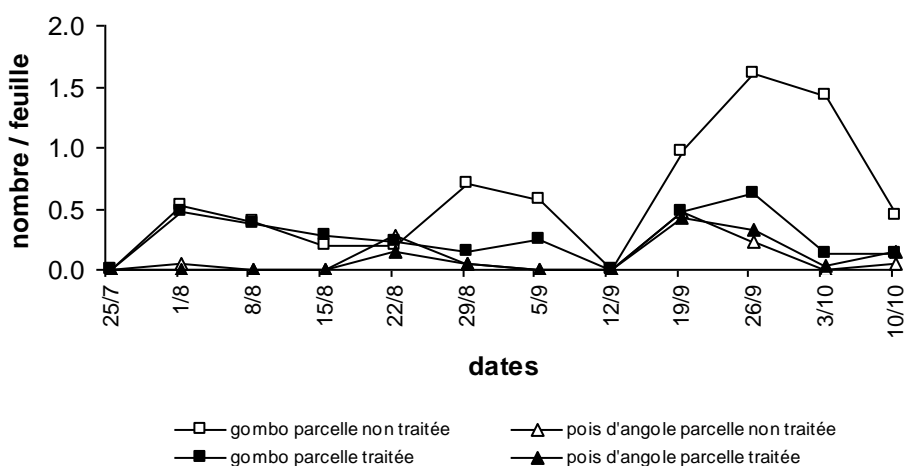


Figure 38 : évolution des infestations d'aleurodes sur plante piège à travers le nombre d'individus par feuille

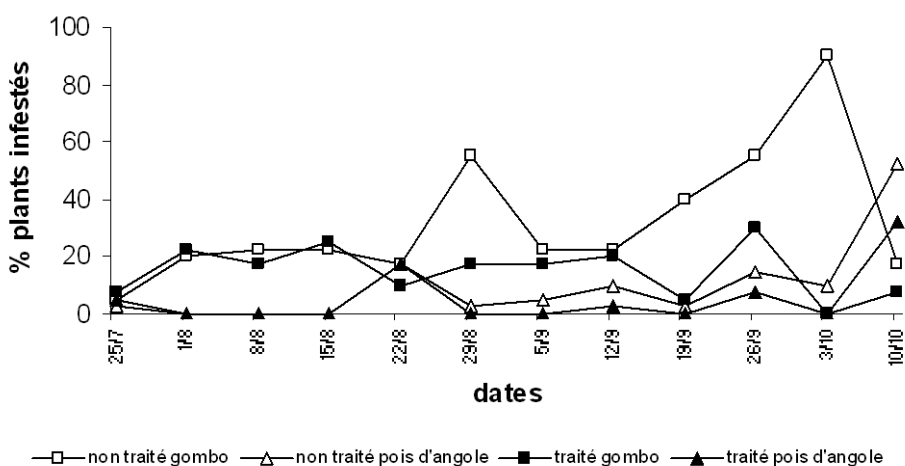


Figure 39 : évolution des infestations de jassides sur plante piège à travers le % de plants infestés

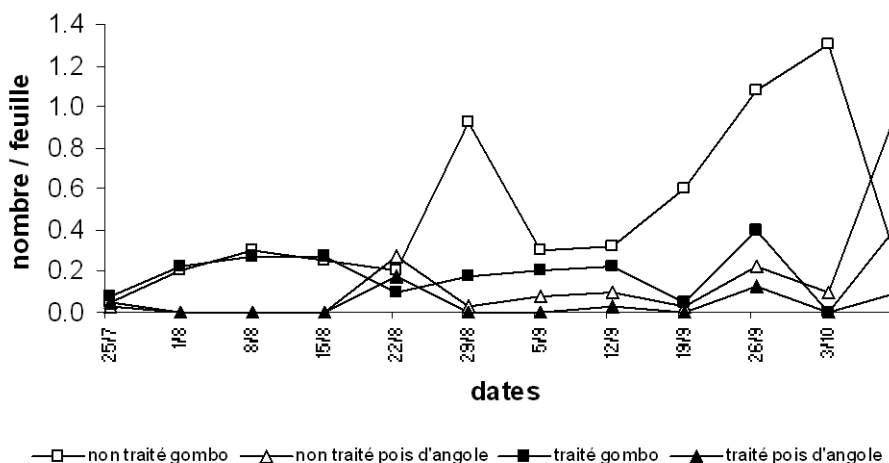


Figure 40 : évolution des infestations de jassides sur plante piège à travers le nombre d'individus par feuille

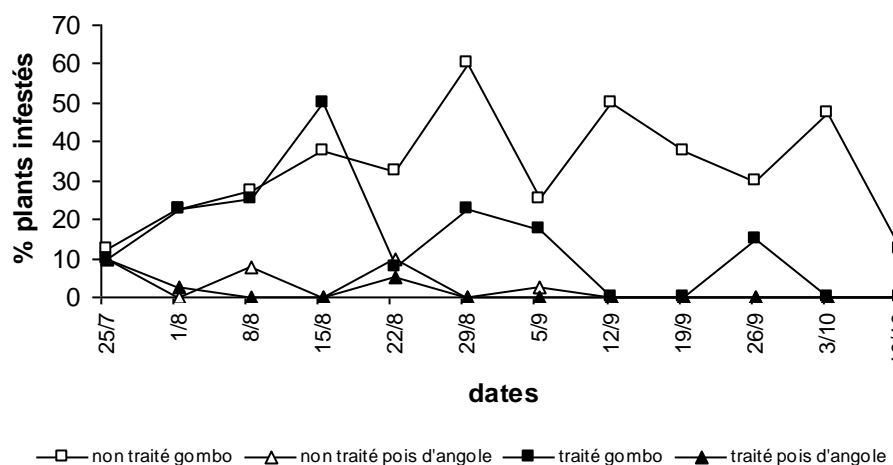


Figure 41 : évolution des infestations de pucerons adultes sur plante piège à travers le % de plants infestés

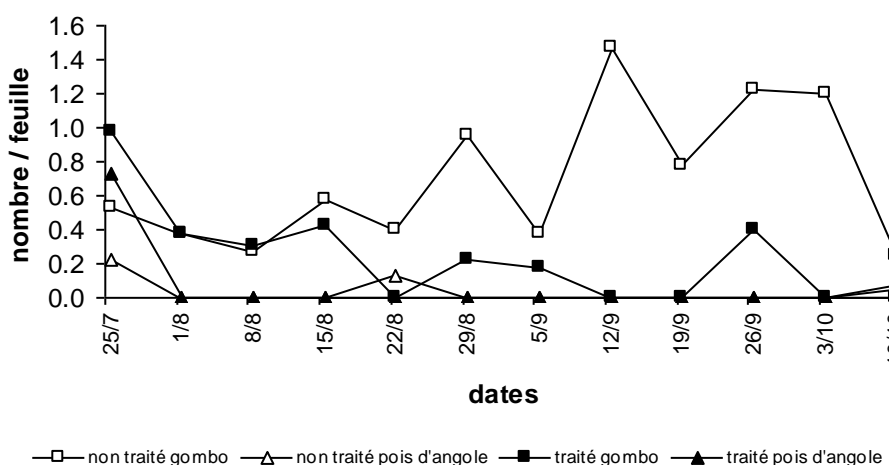


Figure 42 : évolution des infestations de pucerons adultes sur plante piège à travers le nombre d'individus par feuille

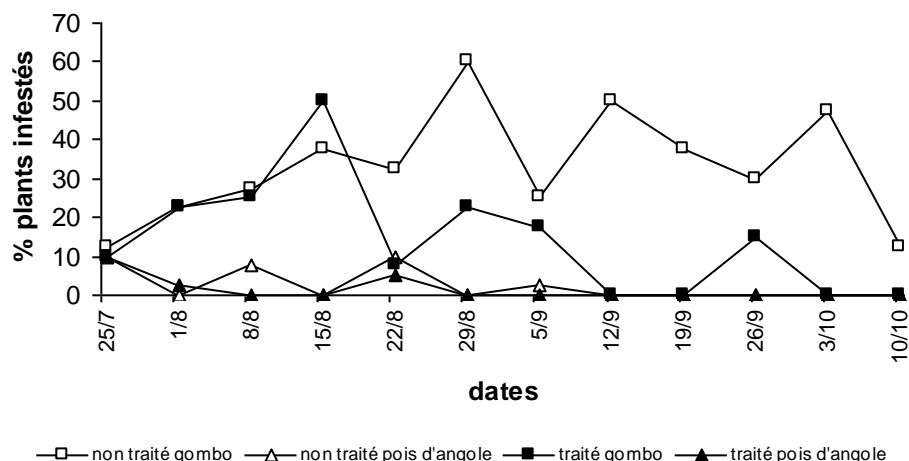


Figure 43 : évolution des infestations de pucerons aptères sur plante piège à travers le % de plants infestés

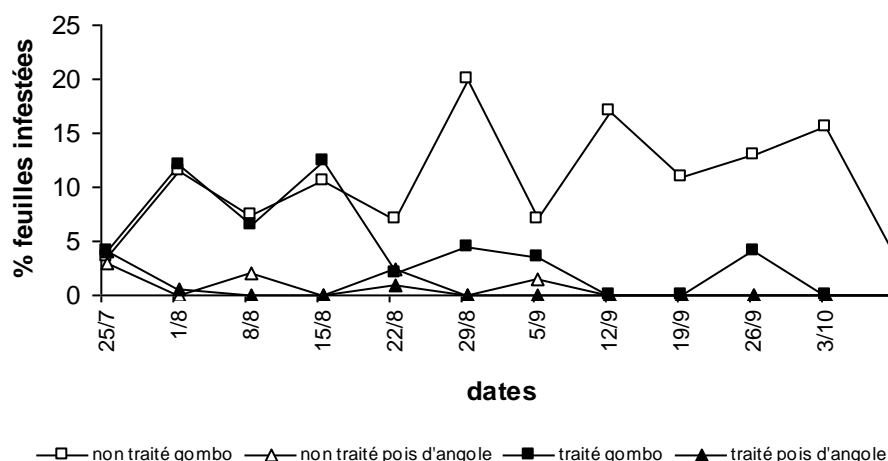


Figure 44 : évolution des infestations de pucerons aptères sur plante piège à travers le % de feuilles infestées

Auxiliaires sur cotonniers

Les coccinelles sont de loin les premiers prédateurs rencontrés sur cotonniers. Elles colonisent les cotonniers à partir de début août et sont abondantes de la dernière décade d'août à la dernière décade de septembre (Figures 45 et 46). Les larves sont rarement observées à partir de la fin septembre (Figures 45 et 46). Les coccinelles sont plus fréquentes dans les parcelles non traitées que dans les parcelles traitées (sauf peut être avant la deuxième décade du mois d'août pour les larves) et dans les parcelles ayant du gombo comme plante piège (Tableau 18) bien que ce dernier résultat soit fortement influencé par les populations en parcelles non traitées ayant cette plante piège (interaction significative). Pour les larves de chrysopes, présentes uniquement en fin de campagne, seul un effet négatif et significatif de la protection insecticide est mis en évidence (Tableau 18) même si également les parcelles contenant du gombo hébergent les populations les plus fortes (Figure 47). Enfin pour les syrphes uniquement présents en début et en fin de campagne (Figure 48) aucun effet significatif des facteurs étudiés n'a été mis en évidence (Tableau 18).

Tableau 18 : effets des modalités sur les populations d'auxiliaires

	populations / 100 plants par observation			
	chrysopes larves	coccinelles larves	coccinelles nymphes	syrphes larves
non traité	0,7 b	5,0 b	2,8 b	2,3
traité	0,1 a	2,1 a	0,8 a	2,3
F protection	9,55	28,64	18,57	0,00
signification en %	0,7	0,0	0,1	99,0
sans plante piège	0,3	3,3 a	0,9 a	2,0
avec gombo	0,4	5,0 b	3,9 b	2,4
avec pois d'angle	0,4	2,3 a	0,8 a	2,5
F plante piège	0,25	8,38	17,71	0,32
signification en %	78,4	0,4	0,0	73,3
non traité sans plante piège	0,6	4,6 a	0,6 a	1,7
non traité avec gombo	0,9	7,9 b	8,0 b	3,1
non traité avec pois d'angle	0,6	2,5 a	1,4 a	2,1
traité sans plante piège	0,0	2,1 a	1,3 a	2,3
traité avec gombo	0,0	2,1 a	1,1 a	1,7
traité avec pois d'angle	0,2	2,1 a	0,2 a	2,9
F interaction	0,53	8,38	14,56	1,71
signification en %	60,5	0,4	0,0	21,4
transformation	racine (x+1)		racine (x+1)	

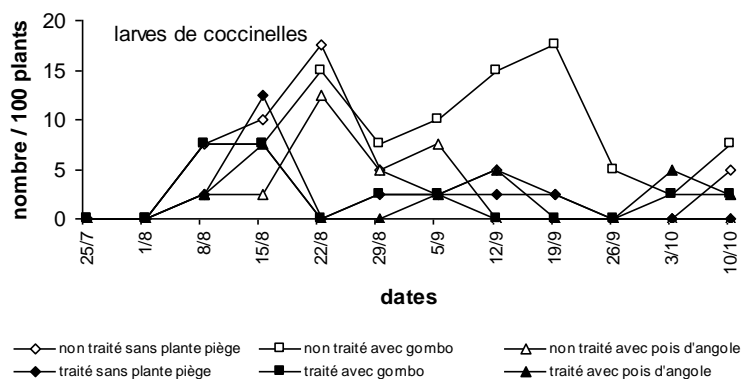


Figure 45 évolution des populations de larves de coccinelles en fonction des modalités étudiées

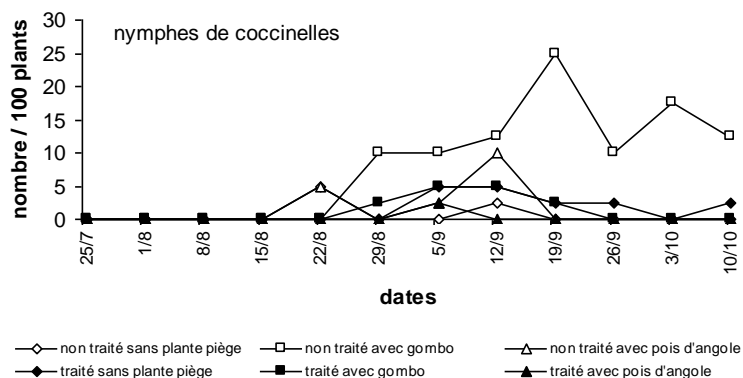


Figure 46 : évolution des populations de nymphes de coccinelles en fonction des modalités étudiées

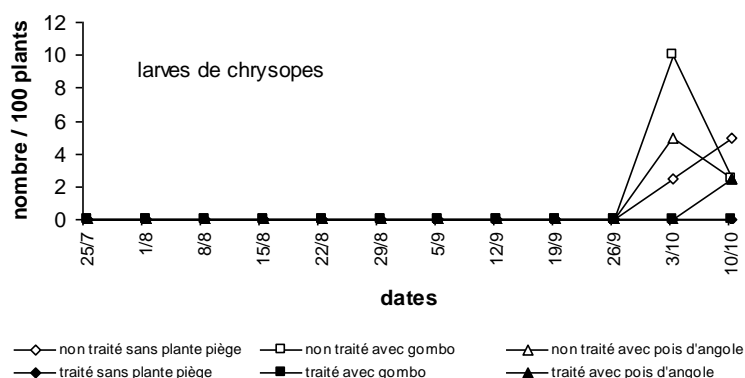


Figure 47 : évolution des populations de larves de chrysopes en fonction des modalités étudiées

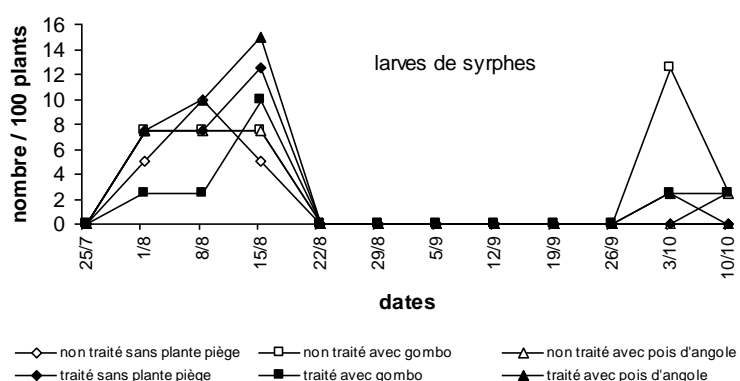


Figure 48 : évolution des populations de larves de syrphes en fonction des modalités étudiées

Développement des plants de cotonnier à la récolte

Le développement des cotonniers au terme de la campagne ne semble pas avoir été affecté par les modalités des facteurs étudiées ni par leur interaction (Tableau 19) car le test de Newman Keuls à 5 % ne permet pas de différencier les combinaisons de modalités des facteurs étudiés pour l'interaction significative concernant le nombre de branches végétatives (Tableau 19). Enfin, parce qu'il s'agit probablement d'une caractéristique variétale les modalités des facteurs étudiés n'ont également pas eu d'influence sur le numéro du nœud de la première branche fructifère (Tableau 19).

Tableau 19 : effets des facteurs étudiés sur le développement des cotonniers observé à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives	numéro du nœud de la première branche fructifère	nombre de nœuds de la tige principale
non traité	98,2	1,5	5,7	21,7
traité	96,1	1,4	5,7	21,3
F protection	0,13	0,05	0,00	0,31
signification en %	72,8	81,8	95,6	59,2
sans plante piège	97,6	1,5	5,7	21,8
avec gombo	95,0	1,4	5,8	21,6
avec pois d'angle	99,0	1,5	5,7	21,2
F plante piège	0,16	0,16	0,03	0,17
signification en %	85,8	85,8	97,3	84,3
non traité sans plante piège	102,1	1,9 a	5,9	22,0
non traité avec gombo	97,9	1,4 a	5,7	22,0
non traité avec pois d'angle	94,7	1,1 a	5,6	21,3
traité sans plante piège	93,1	1,1 a	5,5	21,6
traité avec gombo	92,0	1,4 a	5,8	21,1
traité avec pois d'angle	103,2	1,8 a	5,8	21,2
F interaction	0,81	4,31	0,77	0,12
signification en %	46,7	3,3	48,4	89,1

Ces résultats, à propos du facteur plante piège, se trouvent confirmés par l'absence d'influence significative de la proximité des cotonniers et des plantes pièges sur ces caractéristiques (Tableaux 20 et 21).

Tableau 20 : effet de la proximité d'une plante piège sur la taille des cotonniers et le nombre de branches végétatives

éloignement de la plante piège	taille en cm				nombre de branches végétatives			
	parcelle non traitée		parcelle traitée		parcelle non traitée		parcelle traitée	
	avec gombo	avec pois d'angle	avec gombo	avec pois d'angle	avec gombo	avec pois d'angle	avec gombo	avec pois d'angle
à 0,8 m	98,1	94,5	97,9	103,9	1,2	1,1	1,7	2,0
à 1,6 m	94,1	92,2	83,5	105,4	1,3	1,1	1,2	1,9
à 2,4 m	101,5	97,5	94,8	100,4	1,6	1,3	1,2	1,6
F éloignement	0,56	0,23	2,92	0,15	3,4	0,4	4,5	3,8
signification en %	60,0	80,5	13,0	86,2	10,5	70,5	6,3	8,6

Tableau 21 : effet de la proximité d'une plante piège sur le nombre de nœuds de la tige principale et le numéro du nœud de la première branche fructifère

éloignement de la plante piège	nombre de noeuds				numéro du nœud de la première branche fructifère			
	parcelle non traitée		parcelle traitée		parcelle non traitée		parcelle traitée	
	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole
à 0,8 m	22,7	22,0	21,8	21,4	5,6	5,3	5,9	5,6
à 1,6 m	20,8	20,6	20,3	21,8	5,7	5,7	5,8	5,9
à 2,4 m	22,6	21,2	21,3	20,6	5,7	5,7	5,9	6,0
F éloignement	4,16	1,02	0,76	4,78	0,1	3,1	0,4	0,8
signification en %	7,4	41,6	51,2	5,7	94,9	12,1	68,0	51,1

Examen de la production à l'échelle de plants de cotonnier

L'influence positive de la protection insecticide sur les charges en capsules entièrement saines de cotonniers n'est significative qu'à 10,9 % (Tableau 22) et aucune influence de la présence ou non d'une plante piège au sein de la parcelle ni même de la proximité des cotonniers de celle-ci n'est significative (Tableau 23).

Tableau 22 : effets des facteurs étudiés sur quelques caractéristiques de la production à l'échelle de plants

	nombre de capsules entièrement saines par plant	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères apparus sur		
			sur l'ensemble des branches fructifères	les premières positions des branches fructifères	
				1 à 5	6 à 10
non traité	6,0	86,9	22,1 b	54,0 b	28,1 b
traité	7,1	88,2	26,6 a	61,6 a	38,4 a
F protection	2,84	0,75	8,41	8,15	10,35
signification en %	10,9	40,4	1,1	1,2	0,6
sans plante piège	6,9	87,7	24,3	58,9	33,8
avec gombo	6,3	87,8	24,1	56,1	33,5
avec pois d'angole	6,5	87,3	24,5	58,6	32,1
F plante piège	0,27	0,04	0,03	0,44	0,10
signification en %	76,8	95,8	97,1	65,7	90,1
non traité sans plante piège	6,9	87,6	23,0	56,6	30,1
non traité avec gombo	5,8	86,3	21,9	53,7	29,3
non traité avec pois d'angole	5,3	86,9	21,3	51,9	25,0
traité sans plante piège	6,9	87,8	25,7	61,1	37,6
traité avec gombo	6,8	89,2	26,2	58,5	37,9
traité avec pois d'angole	7,7	87,7	27,8	65,1	39,7
F interaction	1,14	0,28	0,50	1,18	0,53
signification en %	34,9	76,2	61,9	33,5	60,5
transformation			arcsin√p		

Tableau 23 : effet de la proximité d'une plante piège sur le nombre de capsules entièrement saines par cotonnier

éloignement de la plante piège	nombre de capsules entièrement saines par plant			
	parcelle non traitée		parcelle traitée	
	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole
à 0,8 m	6,0	4,8	9,2	8,7
à 1,6 m	5,5	5,1	5,2	7,9
à 2,4 m	6,0	6,0	6,0	6,5
F éloignement	0,85	0,75	4,70	1,56
signification en %	47,4	51,3	5,9	28,6

Si aucun effet des facteurs étudiés n'apparaît sur le taux de capsules entièrement saines, la protection insecticide a par contre un effet positif et significatif sur les taux de rétention des organes fructifères observés à la récolte (Tableau 22). Aucun effet significatif de la présence ou non d'une plante piège ou de son interaction avec la protection insecticide n'apparaît dans ces caractéristiques de la production à l'échelle de plant (Tableau 22).

Si la proximité ou non d'une plante piège semble sans effet sur les taux de capsules entièrement saines on observe une tendance à l'amélioration de cette caractéristique de la production en parcelle non traitée lorsque les cotonniers sont plus éloignés de la plante piège (Tableau 24). Une tendance négative et significative est observée dans les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifère 1 à 5 pour les parcelles non traitées avec du pois d'angole, mais l'inverse est noté significativement pour les parcelles non traitées avec du gombo (Tableau 25).

En parcelle traitée, en tendance l'amélioration des taux de rétention en fonction de la proximité des cotonniers d'une plante piège est observée sur l'ensemble des positions des banches fructifères (Tableau 24) mais elle n'est significative que pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10 dans les parcelles traitées avec du gombo (Tableau 25).

Tableau 24 : effet de la proximité d'une plante piège sur le taux de capsules entièrement saines et sur le taux de rétention des organes fructifères apparus sur les branches fructifères

éloignement de la plante piège	taux de capsules entièrement saines (en %)				taux de rétention en % des organes fructifères apparus sur les branches fructifères			
	parcelle non traitée		parcelle traitée		parcelle non traitée		parcelle traitée	
	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole
à 0,8 m	86,7	82,3	91,7	89,5	21,3	20,8	30,4	29,4
à 1,6 m	84,2	89,1	89,8	87,1	23,5	20,8	23,2	29,7
à 2,4 m	88,3	89,6	87,0	86,9	21,0	22,3	25,0	24,3
F éloignement	4,15	3,62	0,68	0,51	1,09	0,26	2,14	4,26
signification en % transformation	7,4	9,3	54,6	62,9	39,5	78,2	19,8	7,1

arcsin√p

Tableau 25 : effet de la proximité d'une plante piège sur le taux de rétention des organes fructifères apparus en première position sur les branches fructifères 1 à 10

éloignement de la plante piège	taux de rétention en % des organes fructifères apparus en première position sur les branches fructifères 1 à 5				taux de rétention en % des organes fructifères apparus en première position sur les branches fructifères 6 à 10			
	parcelle non traitée		parcelle traitée		parcelle non traitée		parcelle traitée	
	avec gombo	avec pois d'angle	avec gombo	avec pois d'angle	avec gombo	avec pois d'angle	avec gombo	avec pois d'angle
à 0,8 m	61,8 a	49,7 b	58,6	67,1	25,0	25,2	51,0 a	39,7
à 1,6 m	58,6 a	47,2 b	54,6	65,1	28,4	26,0	31,0 b	45,9
à 2,4 m	40,7 b	58,6 a	62,6	63,4	34,2	23,0	31,6 b	33,3
F éloignement	7,11	7,20	0,59	0,17	2,39	0,15	10,35	1,50
signification en % transformation	2,7	2,6	58,9	85,2	17,2	86,3	1,2	29,8
	arcsin√p							

Densité de plantation et production des cotonniers

Bien que les densités de plantation aient varié de 2,4 à 7,5 plants/m² entre les différentes lignes des parcelles n'ayant pas de plante piège, aucune liaison n'est apparue entre densité de plantation et rendement en kg/ha que les parcelles soient ou non traitées (Figure 49).

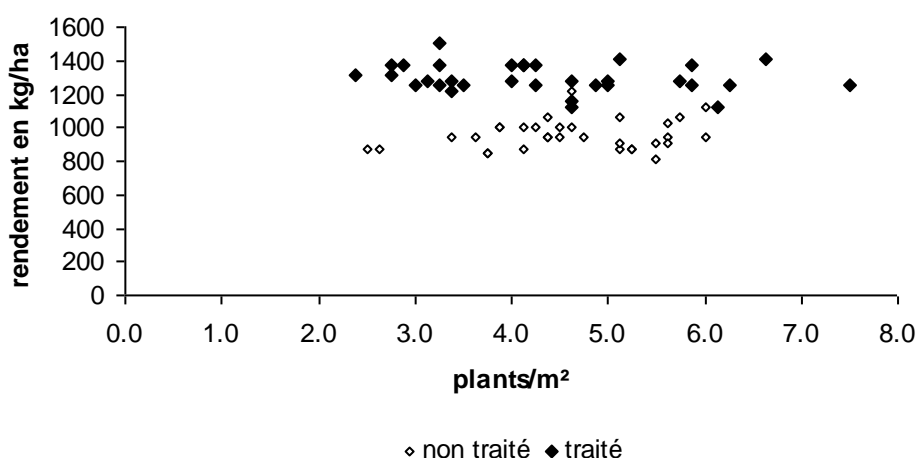


Figure 49 : liaison entre densité de plantation et rendement dans les parcelles sans plante piège

Seul l'effet positif de la protection insecticide sur les rendements est apparu hautement significatif (Tableau 26) que la parcelle contienne ou non une plante piège. La protection du cotonnier du 45^{ième} au 87^{ième} jour après la levée permet de gagner presque 300 kg/ha de coton graine. Par ailleurs, malgré de plus fortes infestations en chenilles carpophages, les parcelles non traitées contenant du gombo n'ont pas été pénalisées. Mais le différentiel traité non traité le plus faible est observé pour les parcelles ayant du gombo comme plante piège, raison pour laquelle l'interaction est significative à 11,9 % (Tableau 26). Enfin, on ne note aucun effet de la proximité des cotonniers et des plantes pièges sur les performances de production des premiers (Tableau 27).

Tableau 26 : effet des modalités étudiées sur les densités de plantation et les rendements en coton graine

	densité en plants/m ²	rendement en kg/ha
non traité	4,9	969,5 b
traité	5,0	1265,6 a
F protection	0,03	82,08
signification en %	87,1	0,0
sans plante piège	4,5	1125,5
avec gombo	5,3	1085,3
avec pois d'angole	5,1	1141,9
F plante piège	1,19	1,06
signification en %	33,3	37,3
non traité sans plante piège	4,6	954,1
non traité avec gombo	5,4	988,3
non traité avec pois d'angole	4,8	966,1
traité sans plante piège	4,4	1296,9
traité avec gombo	5,3	1182,3
traité avec pois d'angole	5,3	1317,7
F interaction	0,30	2,45
signification en %	74,8	11,9

Tableau 27 : effet de la proximité d'une plante piège sur les rendements en coton graine

éloignement de la plante piège	rendement en kg/ha			
	parcelle non traitée		parcelle traitée	
	avec gombo	avec pois d'angole	avec gombo	avec pois d'angole
à 0,8 m	1023,4	980,5	1210,9	1312,5
à 1,6 m	960,9	968,8	1191,4	1339,8
à 2,4 m	980,5	949,2	1144,5	1300,8
F éloignement	2,02	0,28	2,78	0,54
signification en %	21,4	76,6	13,9	61,3

Densité de plantation et production des plantes pièges

Aucune analyse statistique n'a été entreprise sur l'ensemble des données de ces observations car il s'agit de plantes différentes. Le pois d'angole semble bénéficier d'un effet positif de la protection insecticide alors que le gombo n'en bénéficie pas (Tableau 28). Toutefois l'augmentation de production du pois d'angole avec une protection insecticide est probablement due à la plus forte densité de plantation du pois d'angole dans les parcelles protégées (Figure 50).

Tableau 28 : effet de la protection insecticide sur les rendements des plantes pièges

	Gombo		pois d'angole	
	densité en plants/m ²	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²	rendement en kg/ha
non traité	3,4	1523,4	3,3	3511,7 b
traité	3,6	1535,2	4,1	3953,1 a
F protection		0,01		14,11
signification en %		94,2		3,1

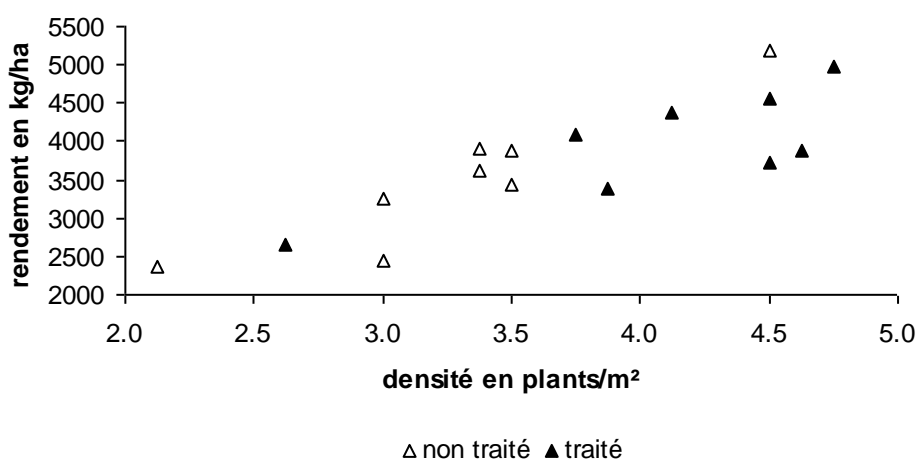


Figure 50 : liaison densité de plantation et rendement pour le pois d'angole

5 Conclusions et discussion

Avec le dispositif choisi pour leur insertion dans une parcelle de cotonniers, les deux plantes pièges de cette étude, le gombo et le pois d'angole, n'ont gêné ni le développement ni la fructification des cotonniers.

Le fort pouvoir attractif du gombo vis-à-vis des chenilles carpophages, en particulier vis-à-vis d'*H. armigera*, a été une nouvelle fois mis en évidence et de manière précoce probablement en raison d'une apparition de ses premières fleurs avant celles des cotonniers. Toutefois même si cela est sans conséquence sur les performances de production, ce pouvoir attractif du gombo a renforcé de manière considérable les infestations de ces ravageurs sur cotonniers en l'absence de protection insecticide. Il en est d'ailleurs de même pour tous les insectes piqueurs suceurs rencontrés sur cotonniers (toutefois à un moindre degré pour les mirides) car ils ont aussi très probablement le gombo comme plante hôte car c'est une autre malvacée. En conséquence les prédateurs de ces derniers ravageurs sont également plus abondants sur les cotonniers non traités dans les parcelles contenant du gombo.

Ces résultats traduisent peut être la nécessité de trouver un autre équilibre entre les peuplements de gombo et ceux de cotonniers afin de garder une bonne attraction de cette plante piège sans induire d'augmentation des infestations sur cotonniers. Mais, ils

permettent également d'envisager d'utiliser cette plante piège pour concentrer puis détruire les ravageurs du cotonnier.

Par ailleurs les résultats obtenus dans les parcelles (traitées et non traitées) contenant du gombo montrent des infestations plus élevées sur cotonniers proches de cette plante piège si les infestations ne sont pas très fortes (< 20 chenilles pour 100 plants qui est le seuil habituellement retenu pour intervenir contre ces ravageurs). Le détournement des ravageurs du cotonnier par le gombo pourrait donc être limité par les niveaux des infestations. Si cela s'avérait exact on peut alors s'interroger sur l'intérêt de cette plante piège en fin de campagne au moment où les infestations de chenilles carpophages sont les plus élevées.

Le pouvoir attractif du pois d'angole vis-à-vis des chenilles carpophages même s'il se manifeste aussi précocement que celui du gombo (alors que la floraison du pois d'angole est plus tardive que celle du cotonnier) ne semble pas aussi fort que celui du gombo. La présence très attractive de gombo au sein de cette étude a peut être empêché une meilleure expression de ce pouvoir chez le pois d'angole. Des expérimentations séparées auraient peut être été plus judicieuses.

Par contre, à l'inverse du gombo, il ne semble pas exister de pouvoir attractif du pois d'angole vis-à-vis des insectes piqueurs suceurs ravageurs du cotonnier. D'ailleurs les infestations d'insectes piqueurs suceurs sur pois d'angole sont extrêmement faibles et il s'agit probablement d'espèces différentes de celles présentes sur cotonniers.

La protection insecticide assurée du 45^{ième} au 87^{ième} jour après la levée n'a été bénéfique qu'à la culture cotonnière et a permis d'augmenter de 30 % ses rendements. Cette protection réduite de deux applications par rapport aux recommandations était probablement suffisante compte tenu de l'arrêt du cycle productif du cotonnier (aux environs du 90^{ième} jour après la levée). C'est peut être pour cette raison qu'un pouvoir attractif des plantes pièges vis-à-vis des chenilles carpophages se manifestant après cette date ne pouvait pas avoir d'incidence sur la production des cotonniers recevant cette protection insecticide. Une période de protection insecticide encore plus courte que celle qui fut choisie pour cette étude aurait, peut-être, permis de mettre en évidence un plus grand intérêt des plantes pièges.

En suivant le même raisonnement, les très fortes infestations de chenilles carpophages (en moyenne 34 chenilles pour 100 plants par observation après le 26 septembre) observées sur cotonniers dans les parcelles non traitées contenant du gombo sont apparues peut être trop tardivement par rapport à l'arrêt du cycle productif du cotonnier pour avoir une incidence sur la production de ces parcelles expliquant ainsi qu'aucune différence ne soit apparue en leur défaveur par rapport aux autres parcelles non traitées.

Comme il y a une perte de production en l'absence de protection insecticide, les infestations de chenilles carpophages, probablement associées à celles d'autres ravageurs, présentes avant le 26 septembre ont eu une incidence sur la production des cotonniers des parcelles non traitées. Cependant, les performances de production de ces parcelles qu'elles associent ou non une plante piège ne diffèrent pas alors que les infestations sur cotonniers, surtout en ce qui concerne les ravageurs carpophages, sont très nettement différentes en fonction du type d'association pratiqué ou non.

Les résultats obtenus dans cette étude pourraient être le fruit du faible nombre de répétitions du dispositif adopté et son augmentation aurait peut être permis une meilleure étude de l'intérêt de ces deux plantes pièges. Toutefois malgré la taille des parcelles élémentaires d'excellents coefficients de variation ont été obtenus pour les principales variables analysées (en particulier pour le rendement en coton graine : 7,2 %).

annexe 1 : opérations culturales dans l'étude plante piège

opérations culturales	dates
piquetage	12-juin
semis	23-juin
re-semis	30-juin
sarclage	3-juil.
sarclage	18-juil.
sarclage	4-août
désherbage	9-sept.
démariage	7-juil.
apport engrais complet	14-juil.
apport urée	26-juil.
buttage	9-août
traitement	9-août
traitement	23-août
traitement	6-sept.
traitement	20-sept.

MODULATION EN COURS DE CAMPAGNE DU SEUIL D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES POUR LA DENSITÉ DE PLANTATION VULGARISÉE AU MALI

1 Justification

Actuellement dans les programmes d'intervention sur seuil le même niveau d'infestation en chenilles carpo-phages est requis tout au long de la campagne pour intervenir contre ces ravageurs. Cependant compte tenu de l'évolution de l'offre en organes fructifères d'un plant de cotonnier et de l'importance des premières positions fructifères dans la production d'une parcelle, il pourrait être intéressant d'utiliser des seuils plus bas en début de campagne qu'en fin de campagne. Au cours des trois campagnes précédentes (de 2002 à 2004) cette hypothèse semblait se vérifier.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de confirmer l'intérêt de moduler en cours de campagne le seuil d'intervention contre les chenilles carpo-phages. Le second objectif a été de mettre au point une méthode plus simple pour les agriculteurs pour leur prise de décision d'intervenir ou pas.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Un seul facteur a été étudié. Il concernait la protection contre les chenilles carpo-phages à partir du 45^{ième} JAL. Il présentait 3 niveaux :

PV = programme vulgarisé (6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL)

SEUIL1 = interventions lorsque les niveaux d'infestations étaient égaux ou supérieur à 5 chenilles pour 25 plants

SEUIL2 = interventions avant le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations étaient égaux ou supérieurs à 2 chenilles pour 25 plants et après le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations étaient égaux ou supérieurs à 5 chenilles pour 25 plants

L'endosulfan a été utilisé à 500 g/ha pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis remplacé par une association pyrèthrine organophosphoré (cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif statistique en blocs de Fisher à 12 répétitions a été adopté. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (seules les six lignes centrales étaient concernées par les applications insecticides)

3.3 conditions de culture

En dehors de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement et fertilisation minérale) ont été celles recommandées au Développement (annexe 1). Le semis a été réalisé le 21 juin sur la sous-station de Farako.

3.4 observations

Les observations réalisées ont porté sur : la dynamique des infestations de chenilles carpophages, l'évolution des charges capsulaires des cotonniers et des taux de rétention des organes fructifères à différentes dates, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

4 Résultats

Infestations de chenilles carpophages

L'espèce *Helicoverpa armigera* Hübner a été dominante dans le complexe des ravageurs carpophages presque tout au long de la campagne (Figure 1). La seconde espèce a été *Earias* plus abondante au cours de la première période allant jusqu'à la fin de la première décade de septembre.

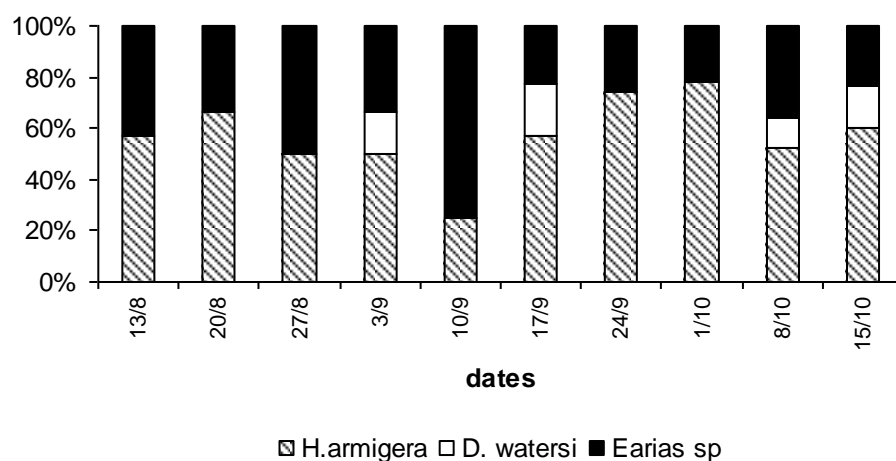


Figure 1 : évolution de l'importance relative des espèces carpophages au cours de la campagne

Les infestations de chenilles carpophages ont été très faibles jusqu'au début du mois de septembre (Figure 2). Un premier pic d'infestations apparaît alors vers la fin de la deuxième décade de septembre et une remontée des niveaux d'infestation se dessine à partir de début octobre.

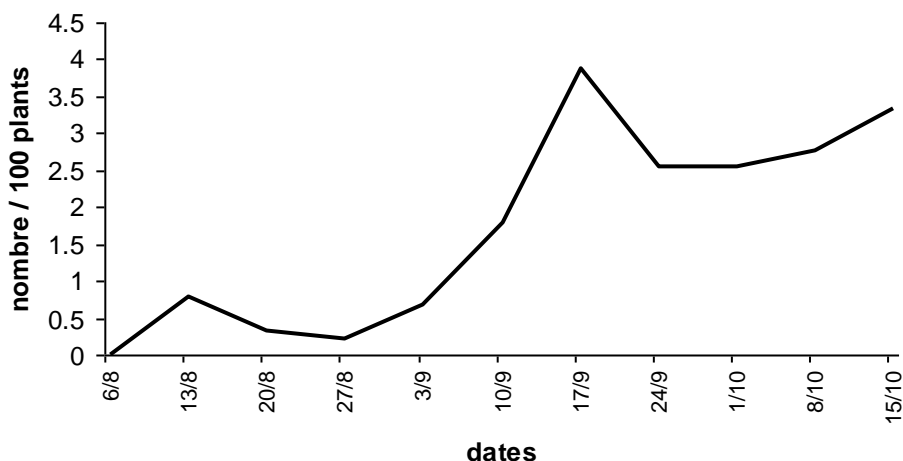


Figure 2 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages (toutes espèces confondues)

En moyenne les infestations sont restées très en dessous des seuils (8 ou 20 chenilles pour 100 plants). Ces seuils n'ont été dépassés que sur trois parcelles : une parcelle qui appartenait à la modalité faisant varier le seuil d'intervention au cours de la campagne reçut alors une application insecticide le 13 août et les deux autres parcelles qui appartenaient à la modalité conservant le même seuil d'intervention tout au long de la campagne furent protégées respectivement le 17 et le 24 septembre au moment du premier pic.

Des différences importantes sont apparues entre les modalités dans leurs infestations de chenilles carpophages (Figure 3) mais elles n'apparaissent qu'à partir du premier pic d'infestation et se maintiennent jusqu'à la fin de la campagne. Les parcelles des modalités où les interventions étaient fonction de l'atteinte d'un seuil ont été en moyenne plus infestées que les parcelles recevant une protection calendaire (Figure 3 et Tableau 1).

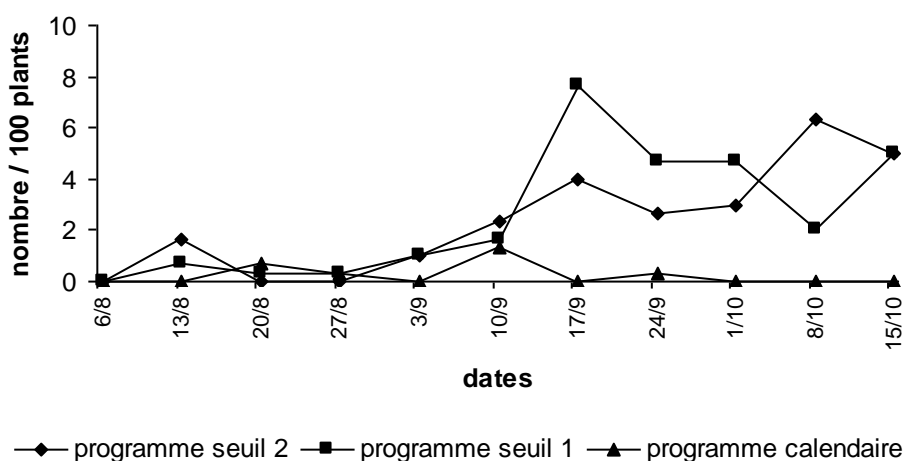


Figure 3 : évolution des infestations de chenilles carpophages en fonction des programmes de protection

Tableau 1 : effets des programmes de protection sur les infestations de chenilles carpophages

	nombre de chenilles pour 100 plants par observation
SEUIL 2	2,2 b
SEUIL 1	2,3 b
PV	0,2 a
F programme	44,08
signification en %	0,0
transformation	Log (x+1)

Taux de rétention des organes fructifères

Malgré des différences en faveur des programmes d'interventions sur seuil, les taux de rétention des organes fructifère situés en première position de branche jusqu'à la 15^{ème} ne diffèrent pas significativement entre les programmes (Tableau 2 et Figures 4 à 6). On notera par ailleurs que les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 6 à 15 chutent considérablement à partir du 90^{ème} jour après semis (soit le 17 septembre) ce qui correspond au premier pic d'infestation.

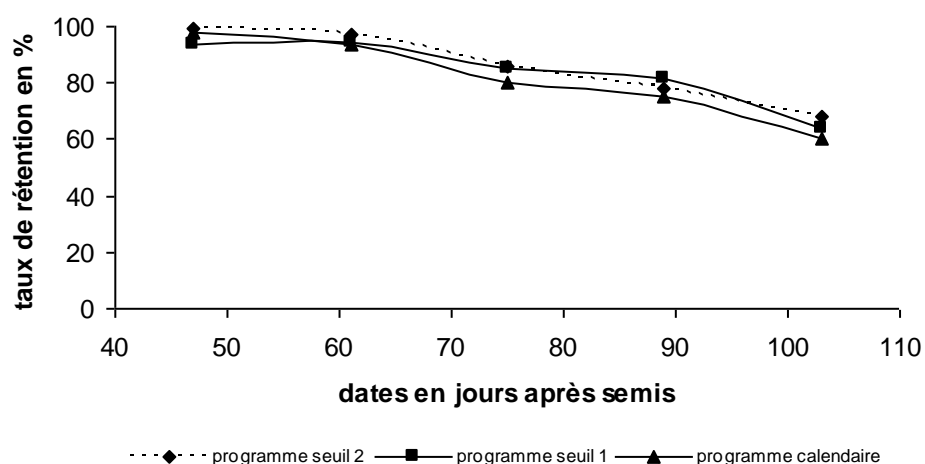


Figure 4 : évolution selon les programmes de protection des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 5

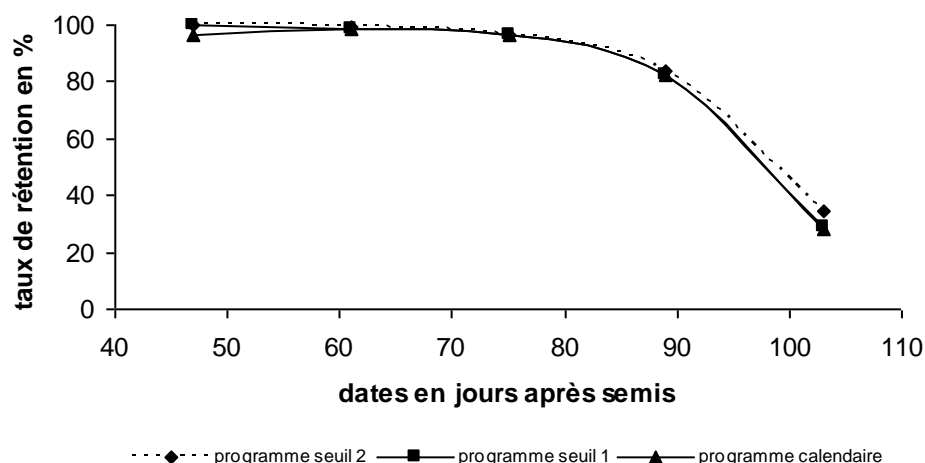


Figure 5 : évolution selon les programmes de protection des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 6 à 10

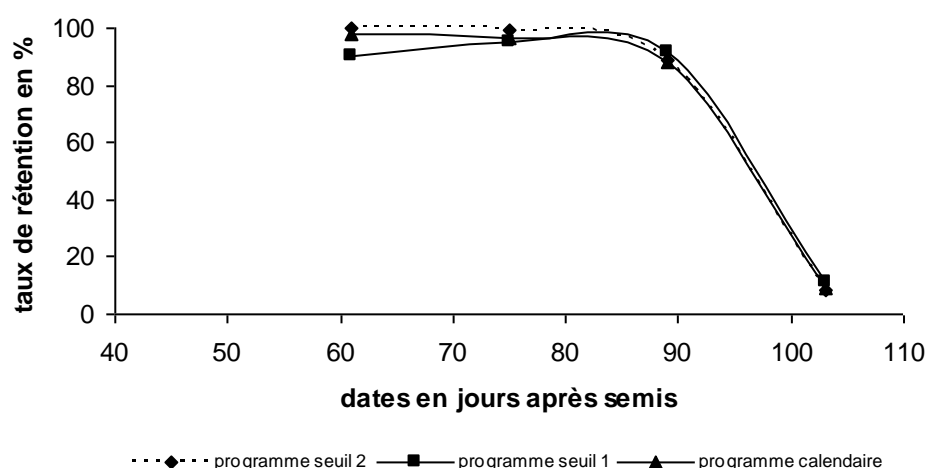


Figure 6 : évolution selon les programmes de protection des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 11 à 15

Tableau 2 : effet des programmes de protection sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

	taux de rétention en % des organes fructifères en première position des branches fructifères à différentes dates								
	1 à 5				6 à 10			11 à 15	
	21/8	4/9	18/9	2/10	4/9	18/9	2/10	18/9	2/10
SEUIL 2	98,4	87,2	79,1	68,5	97,4	84,7	33,6	91,1	7,3
SEUIL 1	95,4	85,9	82,5	64,5	97,9	83,1	27,8	94,3	8,8
PV	96,2	81,2	75,6	60,6	98,3	83,1	27,9	92,2	8,8
F programme	1,28	1,83	2,48	1,41	0,21	0,24	0,76	0,58	0,15
signification en %	29,8	18,3	10,5	26,6	81,1	79,2	48,2	57,1	86,2
transformation	arcsin√p								

Dénombrement périodique de capsules

Conséquence peut être des faibles différences dans les taux de rétention des organes fructifères, les évolutions des charges en capsules des cotonniers sont très voisines quel

que soit le programme de protection étudié (Figure 7) et aucune différence significative n'est mise en évidence (Tableau 3).

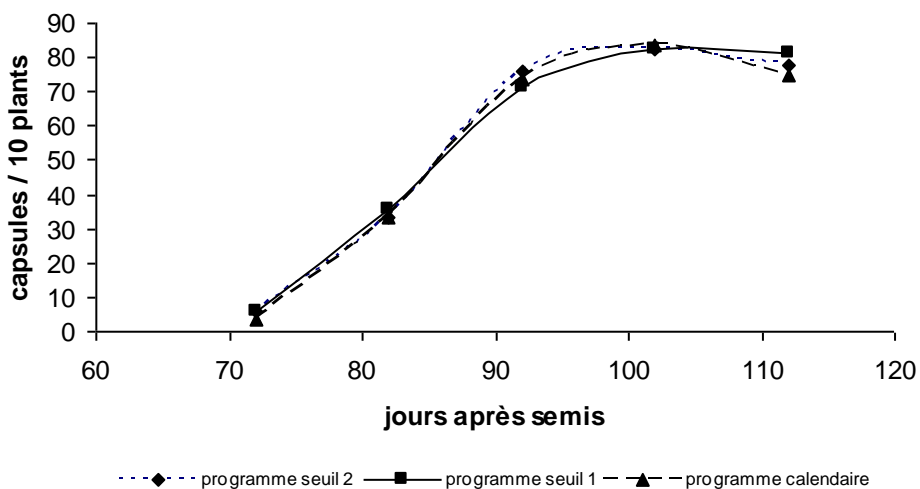


Figure 7 : évolution des charges en capsules des cotonniers en fonction des programmes de protection étudiés

Tableau 3 : effets des programmes de protection étudiés sur les charges en capsules de 10 cotonniers à différentes dates

	nombre de capsules pour 10 cotonniers à différentes dates				
	1/9	11/9	21/9	1/10	11/10
SEUIL 2	5,7	33,3	76,1	82,5	77,8
SEUIL 1	5,6	35,8	71,6	82,4	81,1
PV	3,6	33,6	73,9	83,4	74,8
F programme	0,92	0,26	0,34	0,01	0,71
signification en %	41,6	78,0	71,8	98,7	50,8

Dans l'évolution des charges en capsules des cotonniers on notera que celles-ci ne changent pratiquement plus entre le 21 septembre et le 11 octobre soit entre 92^{ième} et le 112^{ième} jour après semis.

Développement des plants à la récolte

Aucun effet des modalités étudiées n'est apparu dans les caractéristiques de plants de cotonnier à la récolte (Tableau 4).

Tableau 4 : effet des programmes de protection sur les caractéristiques de développement des plants à la récolte et leur charge en capsules entièrement saines

	taille en cm	nombre de branches végétatives	nombre de capsules entièrement saines par plant	nombre de nœuds de la tige principale	numéro du nœud de la première branche fructifère
SEUIL 2	88,7	1,4	5,3	19,9	5,6
SEUIL 1	89,8	1,7	6,4	20,0	5,4
PV	86,6	1,3	5,8	19,3	5,2
F programme	0,18	1,42	0,95	0,83	1,67
signification en %	83,8	26,3	40,5	45,1	21,1

Caractéristiques de la production à l'échelle de plants

Les taux de capsules entièrement saines sont relativement élevés au sein de cette étude (Tableau 5) mais aucune différence n'est mise en évidence entre les modalités étudiées. Si les taux de rétention ont encore légèrement chuté pour les premières positions des branches 1 à 5, une légère augmentation est observée pour les mêmes positions des 5 branches fructifères suivantes (Tableau 5). Aucune différence n'apparaît entre les modalités étudiées même si des valeurs parfois plus élevées sont notées pour le témoin (programme calendaire).

Tableau 5 : effet des programmes de protection sur les caractéristiques de la production à l'échelle des plants

	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères apparus sur		
		sur l'ensemble des branches fructifères	les premières positions des branches fructifères	
			1 à 5	6 à 10
SEUIL 2	81,1	24,5	58,6	32,7
SEUIL 1	85,1	25,7	63,0	31,2
PV	83,7	24,9	58,9	38,0
F programme	1,65	0,22	0,73	0,63
signification en %	21,4	80,8	49,6	54,6
transformation		arcsin√p		

Rendement en coton graine et densité de plantation

Au niveau des lignes de récolte, les densités de plantation qui ont varié de 4,8 à 7,7 plants / m² peuvent être considérées comme satisfaisantes. Si fort logiquement les programmes de protection ne montrent pas de différence significative pour cette caractéristique (Tableau 6) on observe une bonne liaison entre les performances de production des parcelles et leurs densités de plantation pour chaque programme de protection (Figure 8).

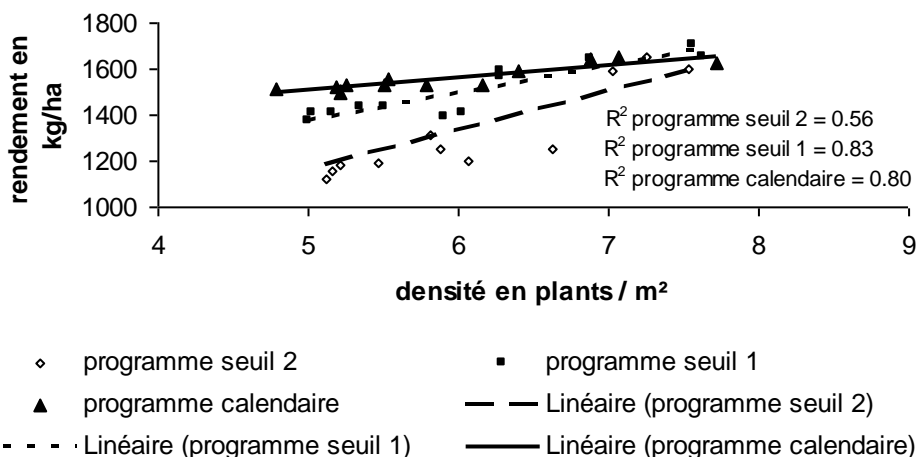


Figure 8 : liaison entre rendement et densité de plantation pour chaque programme de protection

Selon la figure 8 les faibles densités de plantation seraient plus défavorables aux programmes d'interventions sur seuil et cela est confirmé statistiquement même pour le programme qui fait varier le seuil d'interventions au cours de la campagne car il produit en moyenne moins que les autres programmes de protection (Tableau 6).

Tableau 6 : rendement en coton graine et densité de plantation pour les programmes de protection étudiés

	rendement en kg/ha	densité en plants/m²
SEUIL 2	1335,9 b	6,0
SEUIL 1	1501,3 a	6,0
PV	1561,2 a	6,0
F programme	16,90	0,19
signification en %	0,0	82,8

Avec un prix d'achat du kg de coton graine de 160 F CFA et le coût d'une intervention phytosanitaire à 5 000 F CFA, le programme d'interventions utilisant le même seuil pendant toute la campagne s'est révélé significativement le plus rentable (Tableau 7).

Tableau 7 : revenu en F CFA par hectare des programmes de protection étudiés après déduction des charges phytosanitaires

	nombre moyen d'interventions/ha	revenu après déduction des charges phytosanitaires en F CFA / ha
SEUIL 2	0,1	213 333 b
SEUIL 1	0,2	239 375 a
PV	6,0	219 792 b
F programme		9,20
signification en %		0,1

5 Conclusions et discussion

En raison des faibles infestations, très peu de traitements sur seuil ont été réalisés au sein de cette étude. Si les meilleures performances ont été obtenues avec le programme

d'interventions calendaires elles ne diffèrent pas de celles obtenues avec le programme d'interventions sur seuil gardant pendant toute la campagne le même niveau d'infestation pour intervenir. En conséquence, avec la baisse importante du prix d'achat du coton graine aux producteurs, c'est ce programme d'interventions qui a procuré les meilleures marges.

Les bonnes liaisons obtenues entre les rendements en coton graine et les densités de plantation pour chaque programme de protection étudié montrent surtout un moins bon comportement des programmes d'interventions sur seuil lorsque les densités de plantation sont faibles. Un même niveau d'infestation défini par un nombre de chenilles pour un nombre de plants n'aurait donc pas les mêmes conséquences en fonction de la densité de plantation. En effet en supposant l'absence de mouvement de plant à plant, si l'infestation d'un plant est suffisante pour détruire tous ses organes fructifères et anéantir sa production, le poids de cette perte au niveau d'une parcelle sera d'autant plus important que la densité de plantation est faible car la production d'organes fructifères par plant y est plus élevée alors que celle par unité de surface y est plus faible. Il conviendrait donc d'explorer ces liaisons entre densité de plantation et performances des programmes d'interventions sur seuil pour mieux définir leurs domaines de validité ou en élaborer d'autres.

ADAPTATION DES SEUILS D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES AUX FORTES DENSITÉS DE PLANTATION AU MALI

1 Justification

La protection insecticide de la culture cotonnière au Mali s'oriente de plus en plus vers des interventions sur seuil sensu stricto. Contre les chenilles carphages, le seuil de 5 chenilles pour 25 plants a été établi pour la densité de plantation recommandée soit 8,33 plants / m². Il n'est donc pas certain que ce seuil soit adapté aux fortes densités de plantation (à partir de 16,67 plants / m²). Il conviendrait alors de vérifier cette hypothèse et de rechercher si nécessaire des seuils d'infestations en chenilles carphages mieux adaptés à ces fortes densités de plantation.

2 Objectifs

Comme en 2003 et 2004, le premier objectif de cette étude a été tester l'adaptation aux fortes densités de plantation du seuil d'infestations en chenilles carphages actuellement employé. Le second objectif a été d'évaluer l'intérêt de plusieurs programmes d'interventions sur seuil contre les chenilles carphages (avec de nouveaux seuils) pour sélectionner le mieux adapté aux fortes densités de plantation. Enfin, le dernier objectif a été d'examiner la nécessité de moduler ces seuils en cours de campagne pour tenir compte des variations des offres en organes fructifères d'une culture avec une forte densité de plantation.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités

Un seul facteur a été étudié et concernait la protection à partir du 45^{ième} JAL. Ce facteur comprenait 4 modalités :

PV = programme vulgarisé (6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL)

SEUIL1 = interventions lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieur à 5 chenilles pour 25 plants

SEUIL2 = interventions lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieur à 3 chenilles pour 25 plants

SEUIL3 = interventions avant le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 1 chenille pour 25 plants et après le 90^{ième} JAL lorsque les niveaux d'infestations sont égaux ou supérieurs à 3 chenilles pour 25 plants

L'endosulfan à 500 g/ha sera utilisé pour les applications jusqu'au 72^{ième} puis remplacé par une association pyréthrinioïde organophosphoré (ex : cyperméthrine – chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) par la suite.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif statistique en blocs de Fisher à 12 répétitions a été adopté. La parcelle élémentaire comprenait 16 lignes de 10 mètres (seules les douze lignes centrales étaient concernées par les applications insecticides)

3.3 conditions de culture

En dehors de la protection phytosanitaire, toutes les pratiques culturales (date de semis, entretien contre l'enherbement et fertilisation minérale) ont été celles recommandées au Développement (annexe 1). Le semis a été réalisé le 22 juin sur la sous-station de Farako.

3.4 observations

Les observations réalisées ont porté sur : la dynamique des infestations de chenilles carpophages, l'évolution des charges capsulaires des cotonniers et des taux de rétention des organes fructifères à différentes dates, l'examen détaillé de la production (analyse sanitaire et répartition à l'échelle du plant), le contrôle des densités de plantation et l'estimation des rendements.

4 Résultats

Infestations de chenilles carpophages

Les trois espèces habituellement rencontrées en culture cotonnière au Mali se sont succédé pour dominer le complexe de ces ravageurs : *Earias* sp fut l'espèce dominante au début de la campagne, relayée par *Diparopsis watersi* Rotschild pendant une courte période, elle-même remplacée par *Helicoverpa armigera* Hübner partir de la fin septembre (Figure 1).

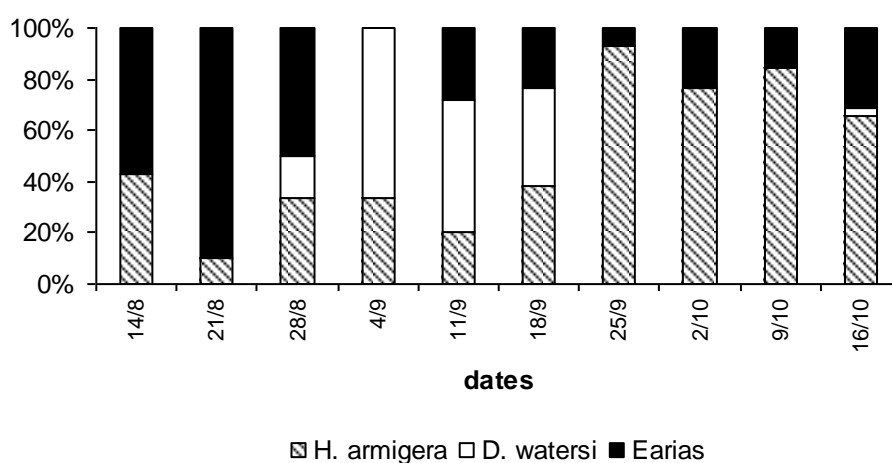


Figure 1 : évolution des importances relatives des espèces carpophages

En moyenne les infestations sont restées très faibles (< 3 chenilles pour 100 plants) comme le montre la figure 2. Mais on observe que les infestations se sont considérablement élevées à partir du début de la deuxième décade du mois de septembre (Figure 2) pour se maintenir pratiquement au même niveau jusqu'à la fin de la campagne.

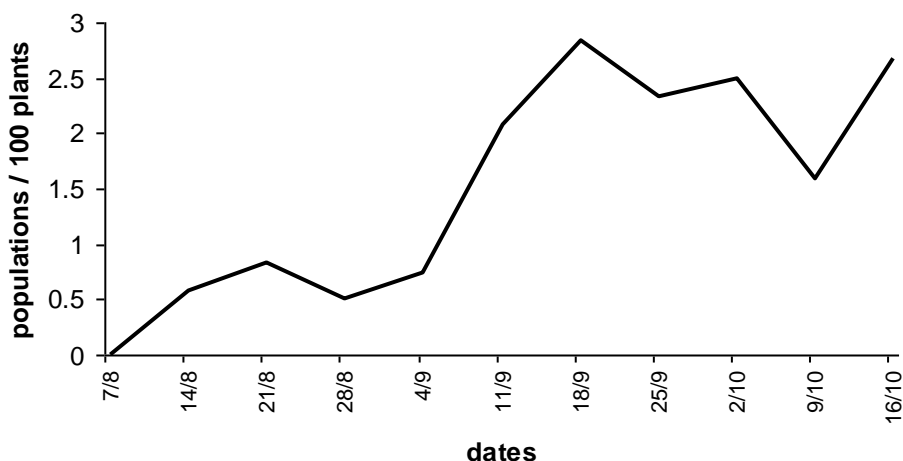


Figure 2 : évolution moyenne des infestations de chenilles carpophages sur l'ensemble de l'étude

En conséquence peu d'interventions sur seuil ont été réalisées. Elles ne concernèrent que sept parcelles qui reçurent toutes une seule application insecticide. Aucune application n'a été réalisée sur les parcelles devant recevoir le programme seuil 1 qui gardait le seuil de 5 chenilles pour 25 plants tout au long de la campagne. Quatre de ces sept parcelles reçurent une application avant le 90^{ième} jour après semis et appartenaient au programme seuil 3 (modulant le seuil au cours de la campagne). Parmi les trois autres parcelles deux, devant recevoir le programme seuil 2 gardant le seuil de 3 chenilles pour 25 plants pendant toute la campagne, reçurent une application après le 90^{ième} jour après la levée.

Le contrôle des infestations de chenilles carpophages reflète assez bien les effets de ces interventions comme le montre la figure 3 : le meilleur contrôle semble avoir été obtenu avec le programme seuil 3 et le plus mauvais avec le programme seuil 1 dont les parcelles restèrent non traitées. Ces résultats sont confirmés par l'analyse statistique (Tableau 1).

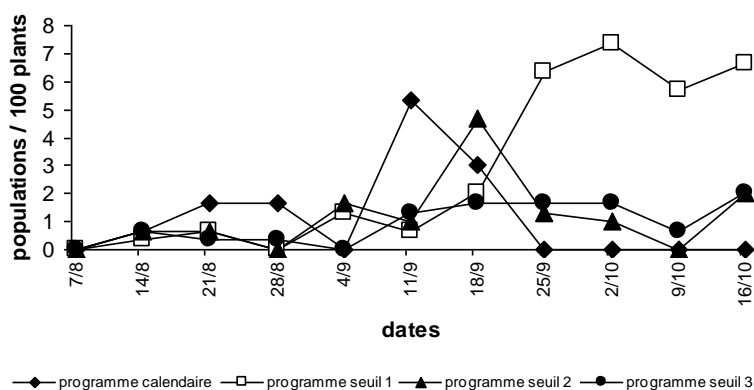


Figure 3 : évolution des infestations de chenilles carpophages en fonction des programmes de protection

Tableau 1 : effets des programmes de protection sur les infestations de chenilles carpophages

	nombre de chenilles carpophages pour 100 plants par observation
programme calendaire	1,1 a
programme seuil 1	2,6 b
programme seuil 2	1,0 a
programme seuil 3	0,8 a
F programme	7,27
signification en %	0,1
transformation	log (x+1)

Taux de rétention des organes fructifères

Toutefois, ces différences de contrôle des infestations de chenilles carpophages ne se sont pas traduites au niveau des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branches fructifères comme le montrent les figures 4 à 6 et le tableau 2.

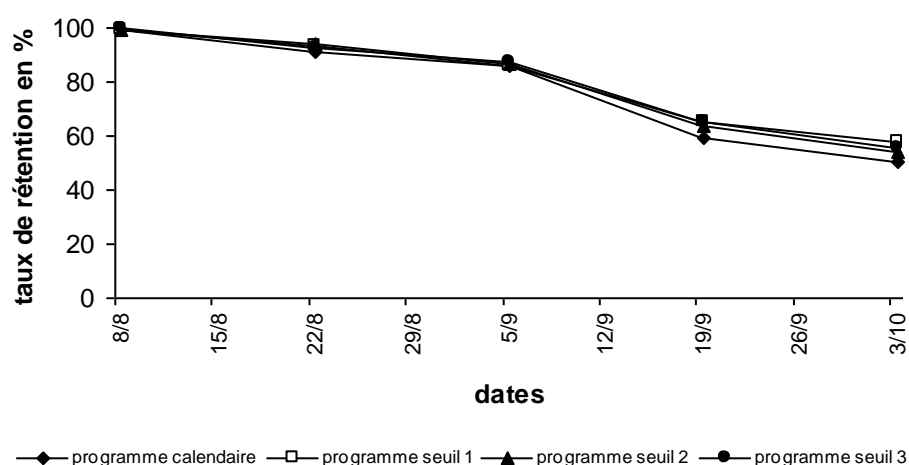


Figure 4 : évolution en fonction des programmes de protection des taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches 1 à 5

Charge en capsules des cotonniers

Cette absence d'effet des programmes de protection sur les taux de rétention des organes fructifères se retrouve fort logiquement dans les dénombrements de capsules qui ne sont plus sujettes à l'abscission (Tableau 3 et Figure 7).

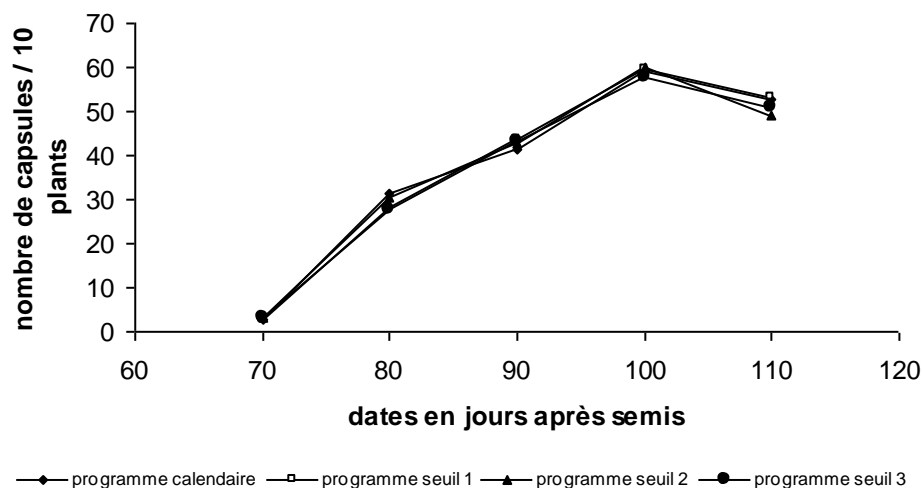


Figure 7 : évolution de la charge en capsule des cotonniers en fonction des programmes de protection

Tableau 3 : effets des programmes de protection sur les charges capsulaires des cotonniers

	nombre de capsules pour 10 cotonniers à différentes dates				
	2/9	12/9	22/9	2/10	12/10
programme calendaire	2,8	31,3	41,6	59,2	52,8
programme seuil 1	2,8	28,2	43,6	59,7	53,3
programme seuil 2	3,1	30,3	42,7	59,9	49,2
programme seuil 3	3,3	27,8	43,2	57,7	50,8
F programme	0,34	0,53	0,15	0,07	0,45
signification en %	79,7	66,7	92,8	97,4	71,9

On remarquera d'autre part (Figure 7) que le nombre de capsules n'est plus croissant à partir du 100^{ième} jour après semis (soit le 2 octobre).

Développement des cotonniers à la récolte

Les cotonniers les plus grands ont appartenu aux parcelles recevant le programme de protection calendaire mais cela n'est mis en évidence de manière significative qu'à travers le nombre de nœuds formés sur la tige principale (Tableau 4). Par contre aucune différence n'apparaît dans le nombre de branches végétatives par plant et le numéro du nœud de la première branche fructifère.

Tableau 4 : effets des programmes de protection sur le développement des cotonniers observé à la récolte

	taille en cm	nombre de branches végétatives	nombre de capsules entièrement saines par plant	nombre de nœuds de la tige principale	numéro du nœud de la première branche fructifère
programme calendaire	105,0	1,6	3,9	20,8 a	6,2
programme seuil 1	98,8	1,6	3,5	20,1 ab	6,3
programme seuil 2	96,4	1,4	3,7	19,1 b	6,1
programme seuil 3	93,2	1,5	3,3	19,8 ab	6,3
F programme	1,93	0,54	1,21	2,98	0,48
signification en %	14,2	66,4	32,1	4,5	70,4

Examen de la production à l'échelle de plants

Aucune différence n'apparaît entre les programmes de protection à la suite de l'examen de la production à l'échelle de plants (Tableau 5). Si les taux de capsules entièrement saines sont très élevés, les taux de rétention des organes fructifères sont relativement bas (Tableau 5). Par rapport à la dernière date d'observation en cours de campagne (Tableau 2) ils baissent encore mais surtout pour les organes apparus sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 avec un avantage significatif à 5,8 % pour le programme calendaire.

Tableau 5 : effets des programmes de protection sur les caractéristiques de la production à l'échelle de plants

	% de capsules entièrement saines	taux de rétention en % des organes fructifères apparus sur		
		l'ensemble des branches fructifères	les premières positions des branches fructifères	
			1 à 5	6 à 10
programme calendaire	91,1	20,7	46,0	30,7
programme seuil 1	86,1	20,6	42,0	27,9
programme seuil 2	88,2	20,9	50,6	21,5
programme seuil 3	85,6	20,7	46,7	21,9
F programme	1,78	0,01	1,28	2,74
signification en %	16,9	99,0	29,6	5,8
Transformation			arcsin√p	

Rendement et densité de plantation

Les densités de plantation ont varié de 5,8 à 14,1 plants par m² avec une moyenne de 10,4 plants par m². A l'exception des parcelles qui ont reçu le programme de protection calendaire ($r^2 = 0,604$) aucune liaison n'apparaît entre la densité de plantation et le rendement en coton graine ($r^2 = 0,206$ pour le programme seuil 1 ; $r^2 = 0,274$ pour le programme seuil 2 ; $r^2 = 0,187$ pour le programme seuil 3) comme le montre d'ailleurs la Figure 8.

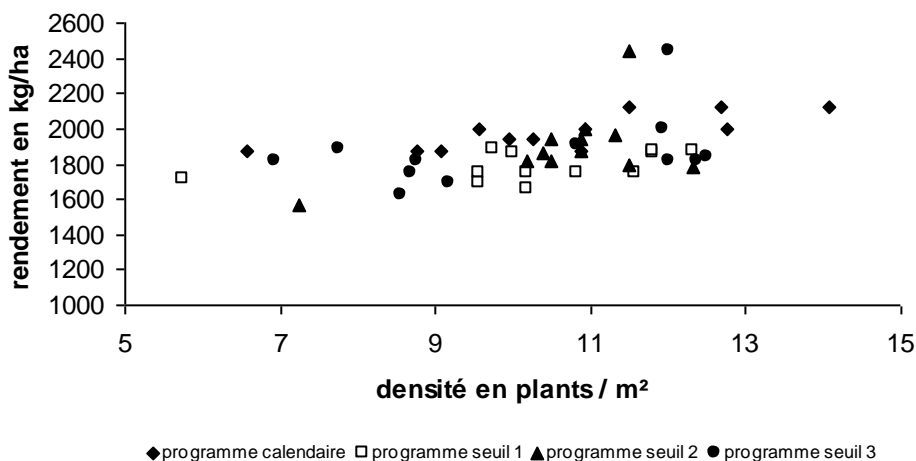


Figure 8 : liaison entre densité de plantation et rendement en fonction des programmes de protection

Les densités moyennes de plantation ne diffèrent pas entre les programmes de protection mais des différences significatives sont apparues pour leurs performances de production (Tableau 6). Les plus faibles performances sont notées pour le programme seuil 1 qui est resté non traité pendant toute la campagne. Les deux autres programmes d'interventions sur seuil n'en diffèrent pas statistiquement et sont également équivalents au programme calendaire.

Tableau 6 : effets des programmes de protection sur les rendements en coton graine et les densités de plantation

	rendement en kg/ha	densité en plants/m ²
programme calendaire	1979,2 a	10,6
programme seuil 1	1785,2 b	10,3
programme seuil 2	1898,4 ab	10,7
programme seuil 3	1865,9 ab	10,1
F programme	4,86	0,46
signification en %	0,7	71,3

En conséquence avec un prix d'achat du kg de coton graine à 160 F CFA et le coût d'une intervention phytosanitaire à 5 000 F CFA, presque tous les programmes seuil offrent des performances meilleures que celles du programme calendaire sur la base du produit de la culture diminué des charges phytosanitaires (Tableau 6). Toutefois aucune différence statistiquement significative n'est mise en évidence.

Tableau 6 : effet des programmes de protection sur les produits diminués des charges phytosanitaires

	produit diminué des charges phytosanitaires en F CFA/ha
programme calendaire	286 667
programme seuil 1	285 625
programme seuil 2	302 917
programme seuil 3	296 458
F programme	1,97
signification en %	13,6

5 Conclusions et discussion

Les parcelles qui devaient recevoir des interventions phytosanitaires lorsque leurs niveaux d'infestation atteignaient 5 chenilles pour 100 plants étant restées non traitées pendant toute la campagne, on peut conclure que l'incidence des ravageurs des cotonniers au sein de cette étude a été de l'ordre de 200 kg/ha de coton graine soit 10 % de la production permise par le programme d'interventions calendaires. Cette incidence qui est très faible explique ainsi le bon comportement des autres programmes d'interventions sur seuil qui furent étudiés. Ils ont permis de produire autant qu'avec un programme d'interventions calendaires mais en réduisant le nombre d'interventions ils se sont révélés beaucoup plus rentables.

Le seuil de 5 chenilles pour 100 plants ne peut pas être adopté pour de fortes densités de plantation sur la base des performances de production mais il le serait sur la base des marges dégagées en raison de la faible incidence du parasitisme. Par contre celui de 3 chenilles pour 100 plants peut déjà être retenu mais il mériterait toutefois d'être confirmé dans des expérimentations futures. Enfin, l'intérêt de le moduler en fonction du développement des plants n'est pas apparu au sein de cette étude probablement en raison des faibles infestations qu'elle a connues (de l'ordre d'une chenille pour 100 plants par observation en moyenne sur l'ensemble de la campagne pour ces deux programmes sans qu'ils diffèrent entre eux). L'intérêt de cette modulation devrait être étudié de nouveau avec de plus fortes infestations.